

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

28.07.2004

REC'D 16 SEP 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2004年 1月 9日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2004-003654  
[ST. 10/C]: [JP2004-003654]

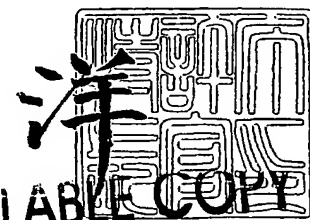
出 願 人  
Applicant(s): 株式会社荏原製作所

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 9月 3日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願  
【整理番号】 EB3246P  
【提出日】 平成16年 1月 9日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/304  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県藤沢市本藤沢 4 丁目 2 番 1 号 株式会社 荏原総合研究所内  
    【氏名】 山田 かおる  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県藤沢市本藤沢 4 丁目 2 番 1 号 株式会社 荏原総合研究所内  
    【氏名】 斎藤 孝行  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内  
    【氏名】 矢部 純夫  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内  
    【氏名】 伊藤 賢也  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内  
    【氏名】 亀澤 正之  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内  
    【氏名】 関 正也  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内  
    【氏名】 片伯部 一郎  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内  
    【氏名】 井上 雄貴  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000000239  
    【氏名又は名称】 株式会社 荏原製作所  
    【代表者】 依田 正稔  
【代理人】  
    【識別番号】 100091498  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 渡邊 勇  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100092406  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 堀田 信太郎  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100093942  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 小杉 良二

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100109896

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 友宏

## 【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2003-289442

【出願日】 平成15年 8月 7日

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 026996

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9112447

【包括委任状番号】 0018636

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

基板を回転保持する基板保持部を有し、基板を回転させて基板に流体を供給して処理を行う基板処理装置であって、前記基板保持部には前記流体を吸引する保持部吸引部を配置したことを特徴とする基板処理装置。

**【請求項 2】**

基板を回転保持する基板保持部を有する基板処理装置であって、基板の周縁部付近に残留する流体を吸引する周縁部吸引部を備えたことを特徴とする基板処理装置。

**【請求項 3】**

基板と接触し、摩擦によって基板を回転保持する基板保持部を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の基板処理装置。

**【請求項 4】**

前記基板保持部は前記基板の端部と接触するクランプ部を備え、該クランプ部に付着した前記流体を吸引する前記保持部吸引部を前記クランプ部に近接して配置したことを特徴とする請求項 3 に記載の基板処理装置。

**【請求項 5】**

前記保持部吸引部または前記周縁部吸引部は、真空源に連通した吸引部であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の基板処理装置。

**【請求項 6】**

前記基板保持部に洗浄用流体を供給する基板保持部の洗浄部をさらに配置したことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の基板処理装置。

**【請求項 7】**

前記保持部吸引部は、前記基板保持部の洗浄部に対し、前記基板保持部の回転方向の前方に配置することを特徴とする請求項 6 に記載の基板処理装置。

**【請求項 8】**

前記基板保持部により保持回転する基板の上方もしくは下方の一方または両方に、1 つまたは複数の気体供給ノズルを備え、該気体供給ノズルの気体供給口から前記基板面に乾燥用気体を供給することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の基板処理装置。

**【請求項 9】**

前記乾燥用気体は、不活性の気体または湿度 10 % 以下の低湿度気体のいずれかからなることを特徴とする請求項 8 に記載の基板処理装置。

**【請求項 10】**

前記乾燥用気体を加温する機能を有することを特徴とする請求項 8 に記載の基板処理装置。

**【請求項 11】**

前記気体供給口は基板面に対して略垂直に前記乾燥用気体を噴出するように配置したことを特徴とする請求項 8 乃至 10 のいずれかに記載の基板処理装置。

**【請求項 12】**

前記気体供給ノズルの少なくとも 1 つは、基板面からの距離を調整する距離調整機構を備えたことを特徴とする請求項 8 乃至 11 のいずれかに記載の基板処理装置。

**【請求項 13】**

前記基板の上方または下方の少なくとも一方に、前記気体供給ノズルを複数配置し、各気体供給ノズルからの気体供給開始および気体供給停止時間を独立に設定する機能を有することを特徴とする請求項 8 乃至 12 のいずれかに記載の基板処理装置。

**【請求項 14】**

前記基板の上方または下方の少なくとも一方に、前記気体供給ノズルを複数配置し、各気体供給ノズルからの気体供給流量を独立に設定する機能を有することを特徴とする請求項 8 乃至 13 のいずれかに記載の基板処理装置。

**【請求項 15】**

前記気体供給ノズルのうちの少なくとも 1 つは、前記乾燥用気体を基板面に供給しながら

ら基板の中心と周縁部の間を移動する移動機構を備えたことを特徴とする請求項 8 乃至 14 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 16】

前記気体供給ノズルの移動機構は、前記気体供給ノズルの基板上における位置によって移動速度を変化させることを特徴とする請求項 15 に記載の基板処理装置。

【請求項 17】

前記気体供給口の移動により、前記気体供給ノズルが前記基板の端部に到達する前に前記気体の供給を停止することを特徴とする請求項 15 または 16 に記載の基板処理装置。

【請求項 18】

さらに基板に前記気体を供給しながら基板の乾燥状態をモニタリングする機能を有することを特徴とする請求項 8 乃至 17 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 19】

前記気体供給ノズルの移動を基板の乾燥状態の変化によって制御する機能を有することを特徴とする請求項 18 に記載の基板処理装置。

【請求項 20】

前記気体供給ノズルの移動方向でかつ前記基板の周縁部付近に、排気口を備えたことを特徴とする請求項 15 乃至 19 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 21】

前記気体供給ノズルから供給する前記気体の供給量を、気体供給圧力によって制御することを特徴とする請求項 8 乃至 20 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 22】

前記流体は液体であり、基板に前記液体を供給している間、前記保持部吸引部は前記液体の吸引を行わず、基板に前記液体を供給して基板の全面に液膜を形成させることを特徴とする請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 23】

前記液膜が形成されている間は、基板を  $100 \text{ min}^{-1}$  以下の回転速度で回転させることを特徴とする請求項 22 に記載の基板処理装置。

【請求項 24】

前記基板を洗浄する機構をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 23 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 25】

請求項 1 乃至 24 のいずれかに記載の基板処理装置を複数備え、同時に複数の基板処理を行うことを特徴とする基板処理装置。

【請求項 26】

請求項 1 乃至 25 のいずれかに記載の基板処理装置を備えたことを特徴とする研磨装置。

【請求項 27】

請求項 1 乃至 25 のいずれかに記載の基板処理装置を備えたことを特徴とするめっき装置。

【請求項 28】

基板を回転保持しつつ、前記基板に付着した流体が基板保持部に移動し、該基板保持部に近接して配置した吸引部により、前記基板保持部に移動した前記流体を吸引することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 29】

基板を回転保持しつつ、基板の周縁部付近に残留する流体を、前記基板の周縁部に近接して配置した吸引部により前記流体を吸引することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 30】

基板の縁部が基板保持部に接触し、摩擦によって前記基板を回転保持することを特徴とする請求項 28 または 29 に記載の基板処理方法。

【請求項 31】

基板の端部が基板保持部に接触し、摩擦によって前記基板を回転保持しつつ、気体供給ノズルから乾燥用気体の供給を前記基板の中心から周縁部に移動させることにより前記基板に付着した流体を基板の周縁部に移動させ、前記基板の端部と接触する基板保持部に移動した前記流体を前記基板保持部に近接して配置した吸引部または基板周縁部付近に近接して配置した吸引部の少なくとも一方により吸引することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 3 2】

前記基板保持部に近接して配置された洗浄流体を供給する洗浄部を、前記吸引部の回転方向後方に備え、前記基板保持部と基板との接触によって基板保持部に移動した前記流体を前記洗浄流体で処理した後に、前記吸引部で吸引するようにしたことを特徴とする請求項 2 8 または 3 1 に記載の基板処理方法。

【請求項 3 3】

前記流体は液体であり、基板に前記液体を供給している間、前記吸引部は前記液体の吸引を行わず、基板に前記液体を供給して基板の全面に液膜を形成させることを特徴とする請求項 2 8 に記載の基板処理方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】基板処理装置および基板処理方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体や液晶基板等の基板を回転させながら、薬液処理、洗浄処理、乾燥を行う基板処理装置および基板処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイス製造工程においてさらなる高集積化が進む中で、高集積化の要求とともに半導体デバイスの高い歩留まりが要求されている。特に、基板表面は高い清浄度が必要とされ、清浄化への要求はますます高いものとなってきている。このような背景のもとで、半導体デバイス製造工程においては、様々な工程により基板の表面の洗浄が行われている。近年、絶縁膜の誘電率を低下させるためにLow-k膜（低誘電率膜）が使用されるようになってきている。このLow-k膜の表面は疎水性を有するため、疎水性表面を含む基板を洗浄する工程が増えつつある。

【0003】

半導体デバイスの製造工程等においては、半導体基板の大口径化に伴い、ウェット処理においても枚葉処理装置を使用する工程が増加している。ウェット枚葉処理装置として、半導体基板の洗浄装置または乾燥装置では、スピン型処理装置が広く知られている（例えば特許文献1、2参照）。

上記スピン型処理装置は、高速で回転している基板上に薬液を供給し基板を洗浄処理した後、超純水のような洗浄流体で薬液を洗い流し、その後さらに高速で基板を回転させ洗浄流体を吹き飛ばし基板を乾燥させる。

この乾燥工程中に、基板表面に不活性ガスを供給し、不活性ガスの供給位置を基板中央から周縁に移動することによりウォーターマーク等を低減する技術も知られている。

【0004】

しかしながら、従来の上記基板処理装置においては、基板保持部付近に流体が残存しやすく、基板保持部付近の流体の置換が遅く、また基板保持部から流体が飛散しやすく逆汚染が発生しやすい等の問題があった。

また、従来の基板の乾燥装置の主なものは、基板を高速回転するスピンドライ装置であるが、高速回転による多量のミスト飛散などによるウォーターマーク発生や、基板の周縁部付近は早く乾燥するが、内側の未乾燥領域の流体が周縁部付近等の既乾燥領域に再付着したり、あるいは周縁部から飛び出した流体が処理装置壁面にはねかえって基板面に再付着して、ウォーターマークの原因にもなるという問題があった。また、さらに遠心力の働かない中央付近の乾燥が不十分となるという問題があった。また、さらに高速回転するため基板をスピンチャック等で保持する必要がある、その付近の乾燥が不十分となりやすく、また保持部付近の乾燥のため処理時間がより多く必要であるという問題もあった。

【0005】

また、気体を供給して乾燥する方法では、基板を高速回転する装置に気体供給部を付加して配置し乾燥するようにしたものである。スピンチャックのように高速回転の可能な回転保持機構では、基板下部の構造物のため、基板上面と下面に等質の処理をすることは困難であり、このため、基板の下面を気体供給で乾燥した場合、下面にウォーターマークを発生することなく乾燥することは困難であった。また、従来のスピンドライ装置は高速回転することにより遠心力でリンス液等を基板外に排除するため、高速回転をまったく行うことなく乾燥することは困難であるという問題があった。

【0006】

更に、絶縁膜としてLow-k膜が使用されるに伴って、次のような問題が生じている。疎水性表面を含む基板に薬液処理やリンス処理などのウェット処理を施すと、基板の表面全体が薬液やリンス液などの処理液で覆われず、疎水性表面が露出する。このような状態で基板が処理されると、処理液の一部が疎水性表面に液滴として付着し、この疎水性

表面上を液滴が移動し、移動した跡にウォーターマークが形成されてしまう。また、基板を高速で回転させて乾燥させると、基板表面から振り切られた処理液の液滴がチャンバ（処理室）の壁面や基板保持部などに衝突して跳ね返り、基板表面に再付着する。そして、処理液の液滴が基板の回転に伴って基板表面上を移動し、移動した跡にウォーターマークが形成されてしまう。このようなウォーターマークは、製品の歩留まり低下を引き起こす原因となっている。

#### 【0007】

また、上記基板処理装置は、一般的に、基板を高速で回転させることによって基板を乾燥させるため、基板の一部を把持するスピンチャックなどの基板保持部が採用されている。このような構成では、基板保持部により基板の一部を把持しつつ薬液処理が行われるため、基板の基板保持部により把持されている部分は薬液処理されにくく、この部分に配線材料である金属が残留して金属汚染を生じさせ、これが製品の信頼性を低下させている原因となっている。

#### 【0008】

【特許文献1】特開2002-52370号公報

【特許文献2】特開2003-163195号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0009】

本発明は上記事情に鑑みて為されたもので、特に、洗浄中、乾燥中の処理対象の基板や基板保持部から処理液等の流体の飛散を抑制することができ、また基板保持部の流体の残留を無くすとともに置換を促進することができる基板処理装置および方法を提供することを目的とする。また、基板上下面の両面を気体により等質な乾燥ができ、かつウォーターマークの発生を抑制することができ、また低速回転で基板を乾燥することができる基板処理装置および方法を提供することを目的とするものである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

上記目的を達成するために、請求項1記載の発明は、基板を回転保持する基板保持部を有する基板処理装置であって、前記基板保持部には流体を吸引する保持部吸引部を配置したことを特徴とする基板処理装置である。これにより、基板保持部に付着した洗浄液等の流体を吸引することで、流体の置換性が向上し、流体の残留を抑制することができ、また流体の飛散を防止することができる。また、基板を洗浄・乾燥等の処理を行うにあたって、洗浄液等の流体は、基板の周縁部から一部が基板を回転保持する基板保持部に移動するので、基板保持部に付着した流体をその吸引部から吸引することで、スムーズな流体の回収を行うことができる。

#### 【0011】

請求項2記載の発明は、基板を回転保持する基板保持部を有する基板処理装置であって、基板の周縁部付近に残留する流体を吸引する周縁部吸引部を備えたことを特徴とする基板処理装置である。これにより、基板の周縁部に付着した流体をスムーズに回収することができる。

#### 【0012】

請求項3記載の発明は、基板と接触し、摩擦によって基板を回転保持する基板保持部を有することを特徴とするものである。摩擦回転保持の場合、保持部の基板との接触部に流体が残留しやすい。また、保持部に付着した流体は回転する基板との接触により、保持部または基板の接線方向に流体が飛散しやすい。基板との接触によって保持部に付着した流体を、一周して再度基板に接触する前に吸引すれば、基板に古い流体が再付着することなく、また、流体の飛散可能性も大幅に低下する。

#### 【0013】

請求項4記載の発明は、前記基板保持部は前記基板の端部と接触するクランプ部を備え、該クランプ部に付着した前記流体を吸引する前記保持部吸引部を前記クランプ部に近接



して配置したことを特徴とするものである。ここでクランプ部とは、基板の端部と接触して、基板を押し付けて保持する部分である。該クランプ部には、基板の回転に伴い流体が付着する。このクランプ部に近接して吸引部を設けることで、簡単な構造で基板保持部から流体の吸引が可能である。

【0014】

請求項5記載の発明は、前記保持部吸引部または前記周縁部吸引部は、真空源に連通した吸引部であることを特徴とする。これにより、十分な流体の吸引力が得られる。

【0015】

請求項6記載の発明は、前記基板保持部に洗浄流体を供給する基板保持部の洗浄部をさらに配置したことを特徴とする。これにより、基板保持部の流体置換をさらに高め保持部付近の薬液残留防止、また次に処理する基板の逆汚染防止が可能である。

【0016】

請求項7記載の発明は、前記保持部吸引部は、前記基板保持部の洗浄部に対し、前記基板保持部の回転方向の前方に配置することを特徴とする。これにより、基板と接触→洗浄→吸引→接触・・・の繰り返しで、流体が飛散せず基板保持部の洗浄が可能である。

【0017】

請求項8記載の発明は、前記基板保持部により保持回転する基板の上方もしくは下方の一方または両方に、1つまたは複数の気体供給ノズルを備え、該気体供給ノズルの気体供給口から前記基板面に乾燥用気体を供給することを特徴とする。

請求項9記載の発明は、該乾燥用気体として不活性の気体または湿度10%以下の低湿度気体のいずれかを用いることを特徴とする。

【0018】

摩擦による基板の回転保持では、基板の上下面に気体供給ノズルを配置することが容易である。スピンチャックや裏面真空チャックなどでは、基板下部の構造物等により基板下面付近への配置は非常に困難である。さらに周縁部付近または保持部の吸引により、周縁部の流体を効率的に除去し、乾燥時間の短縮が可能であり、遠心力の小さい低速回転での処理も可能である。また、低速回転の場合流体の飛散の可能性がさらに低くなるので、よりウォーターマーク発生を抑制できる。さらに、基板上のウォーターマーク発生抑制のためには、水分と酸素の排除が有効である。窒素などの不活性ガスを供給し、基板近傍の雰囲気から酸素を断つことが可能である。また、湿度の低いガスを供給することにより、基板周辺のスミスト発生を大幅に抑制できる。これらの構造により、基板の上下面を低速回転により高品質で乾燥することが可能である。

【0019】

請求項10記載の発明は、前記乾燥用気体を加温する機能を有することを特徴とする。これにより、濡れた基板に気体を供給すると、気化熱により基板の温度が低下するが、供給する気体を加温することにより、基板の乾燥時間の短縮が可能である。

【0020】

請求項11記載の発明は、前記気体供給ノズルは基板面に対して略垂直に前記乾燥用気体を噴出するように配置したことを特徴とする。基板の中央付近を乾燥する場合、基板に対して気体供給が斜めに入射すると、中央より先にその付近が乾燥して、中央に残留した流体が既乾燥領域に付着し、ウォーターマーク発生する恐れがある。また、斜め入射は気体の衝突範囲が広がり、乾燥力が低下する。よって、基板への気体供給は基板に対して垂直であることにより、乾燥用気体の使用量削減と効率的な乾燥が行える。

【0021】

請求項12記載の発明は、前記気体供給ノズルの少なくとも1つは、基板面からの距離を調整する距離調整機構を備えたことを特徴とする。これにより、気体供給時は基板との距離を最適の位置に調整でき、基板の種類によって位置変更することも可能である。また、非供給時には基板から退避することも可能である。

【0022】

請求項13記載の発明は、前記基板の上方または下方の少なくとも一方に、前記気体供

給ノズルを複数配置し、各気体供給ノズルからの気体供給開始および気体供給停止時間を独立に設定する機能を有することを特徴とする。基板の乾燥において、既乾燥領域への再付着防止がウォーターマーク防止のために重要であり、そのため、乾燥は中央から周縁部に向けて順々に乾燥することが望ましい。複数の供給口をもち、それぞれの気体供給開始・停止を個別に制御することで、基板上の位置に応じた気体供給が可能である。また、周縁部付近に残留した流体を速く排除するため、周縁部付近から気体供給を開始することもよい。

**【0023】**

請求項14記載の発明は、前記基板の上方または下方の少なくとも一方に、前記気体供給ノズルを複数配置し、各気体供給ノズルからの気体供給流量を独立に設定する機能を有することを特徴とする。これにより、複数の供給口を持ち、それぞれの供給流量を個別に制御することで、基板上の位置に応じた気体供給が可能である。

**【0024】**

請求項15記載の発明は、前記気体供給ノズルのうちの少なくとも1つは、前記乾燥用気体を基板面に供給しながら基板の中心と周縁部の間を移動する移動機構を備えたことを特徴とする。例えば、基板の中央から周縁部に向かってノズルを移動することで、既乾燥領域への流体再付着を防止することが可能である。

**【0025】**

請求項16記載の発明は、前記気体供給ノズルの移動機構は、前記気体供給ノズルの基板上における位置によって移動速度を変化させることを特徴とする。回転する基板に移動するノズルで気体を供給する場合、中央部付近は乾燥時間が短い、周縁部に移動するにつれて乾燥対象の表面積が大きくなるため、乾燥により長い時間を必要とする。したがって位置によって移動速度を変えることで、基板を均一にまた迅速に乾燥することが可能である。

**【0026】**

請求項17記載の発明は、前記気体供給ノズルの移動により、前記気体供給口が前記基板の端部に到達する前に前記気体の供給を停止することを特徴とする。基板の周縁部直上付近で気体を供給すると、基板の反対側に気体や飛散した流体が回り込み、汚染やウォーターマークの原因となる。また、チャンバに直接気体が衝突すると、チャンバに付着した流体が飛散する場合がある。周縁部の手前で気体供給を停止することで、基板端部まで乾燥でき、逆汚染、飛散を防止できる。好ましくは端部手前2～10mmで気体供給を停止し、気体供給停止後は、ノズルを基板付近から水平およびまたは垂直方向に遠ざけることが好ましい。

**【0027】**

請求項18記載の発明は、さらに基板に前記気体を供給しながら基板の乾燥状態をモニタリングする機能を有することを特徴とする。基板の乾燥をモニタリングすることによって、基板の処理状況を確認することが可能である。例えば光学的な検知手段を使用してもよい。

**【0028】**

請求項19記載の発明は、前記気体供給ノズルの移動を基板の乾燥状態の変化によって制御する機能を有することを特徴とする。これにより、乾燥状態によってノズルの移動を自動的に判断する。例えば、ノズル進行方向10mm先をモニタリングし、そこが乾いたらノズルを進行させるなども可能である。よって、均一な乾燥状態を形成でき、さらに乾燥時間の短縮が可能である。

**【0029】**

請求項20記載の発明は、前記気体供給ノズルの移動方向でかつ前記基板の周縁付近に、排気口を備えたことを特徴とする。これにより、基板の乾燥に使われた気体は基板に付着していた流体をミスト状に含む可能性があり、速やかに基板付近から排除することでウォーターマーク防止ができる。また、気体供給口からは基板に対して局所的な流体の流れを形成しているので、乾燥後速やかに気体供給口付近から排気することで、チャンバ内の

気流攪乱防止が可能である。

【0030】

請求項 21 記載の発明は、前記気体供給ノズルから供給する前記気体の供給量を、気体供給圧力によって制御することを特徴とする。供給口径を一定にすると、気体の供給圧力を変えることで容易に気体流量のコントロールが可能である。また、圧力センサを設置し、その圧力を流量に変換し、流量のモニタリングも可能である。さらに、電氣的圧力制御弁を用いることで、乾燥処理中に基板の位置に応じて供給流量を変えることも可能である。また、基板の種類に応じて気体供給流量を変えることも可能である。

【0031】

請求項 22 記載の発明は、前記流体は液体であり、基板に前記液体を供給している間、前記保持部吸引部は前記液体の吸引を行わず、基板に前記液体を供給して基板の全面に液膜を形成させることを特徴とする。

請求項 23 記載の発明は、前記液膜が形成されている間は、基板を  $100\text{min}^{-1}$  以下の回転速度で回転させることを特徴とする。

【0032】

疎水性表面を持つ基板をウェット処理する場合であっても、基板を  $100\text{min}^{-1}$  以下で低速回転させ、リンス液や薬液などの液体（処理液）の一部が遠心力により基板の周縁部からこぼれる量以上の液量を供給することで、基板の表面全体を液体によって覆うことが可能になる。このように基板の表面全体を液体によって覆うことにより、基板表面が露出することがなく、ウォーターマークの発生を防止することができる。

【0033】

請求項 24 記載の発明は、前記基板を洗浄する機構をさらに備えたことを特徴とする。これにより、洗浄から乾燥までを一つの装置で総て連続的に行うことが可能である。

【0034】

請求項 25 記載の発明は、請求項 1 乃至 24 のいずれかに記載の基板処理装置を複数備え、同時に複数の基板処理を行うことを特徴とする。これにより、処理速度の向上が図れる。

【0035】

請求項 26 記載の発明は、上記基板処理装置を備えたことを特徴とする研磨装置である。

請求項 27 記載の発明は、上記基板処理装置を備えたことを特徴とするめっき装置である。

【0036】

請求項 28 記載の発明は、基板を回転保持しつつ、前記基板に付着した流体が基板保持部に移動し、該基板保持部に近接して配置した吸引部により、前記基板保持部に移動した前記流体を吸引することを特徴とする基板処理方法である。

【0037】

請求項 29 記載の発明は、基板を回転保持しつつ、基板の周縁部付近に残留する流体を、前記基板の周縁部に近接して配置した吸引部により前記流体を吸引することを特徴とする基板処理方法である。ここで、基板の周縁部が基板保持部に接触し、摩擦によって前記基板を回転保持することが好ましい。

【0038】

また、請求項 31 記載の発明は、基板の端部が基板保持部に接触し、摩擦によって前記基板を回転保持しつつ、気体供給ノズルから乾燥用気体の供給を前記基板の中心から周縁部に移動させることにより前記基板に付着した流体を基板の縁部に移動させ、前記基板の縁部と接触する基板保持部に移動した前記流体を前記基板保持部に近接して配置した吸引部または基板周縁部付近に近接して配置した吸引部の少なくとも一方により吸引することを特徴とする。

【0039】

また、請求項 32 記載の発明は、前記基板保持部に近接して配置された洗浄流体を供給

する洗浄部を、前記吸引部の回転方向後方に備え、前記基板保持部と基板との接触によって基板保持部に移動した前記流体を前記洗浄流体で処理した後に、前記吸引部で吸引するようにしたことを特徴とする。

#### 【0040】

請求項33記載の発明は、前記流体は液体であり、基板に前記液体を供給している間、前記吸引部は前記液体の吸引を行わず、基板に前記液体を供給して基板の全面に液膜を形成させることを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0041】

本発明によれば、基板周縁部の流体の除去をスムーズに行うことができ、基板表面および裏面の乾燥不良を防ぐことができ、歩留まりの向上を図ることができる。また、リンス液などの液体を用いて基板をウェット処理する場合において、基板上への液体の供給を開始してから液体の供給を停止するまでの間、液体で基板全面を覆うことができる。これによって、基板表面にウォーターマークを発生させることなく、基板をウェット処理することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0042】

図1は、本発明の第1の実施形態に係る基板処理装置の概略的な構成例を示す平面図である。この基板処理装置では、チャンバ10内に処理対象の半導体ウエハ等の基板Wがローラからなる基板保持部11(11a, 11b, 11c, 11d)により回転保持されている。基板保持部11(11a, 11b, 11c, 11d)にはそれぞれ保持部吸引ノズル(保持部吸引部)24(24a, 24b, 24c, 24d)、保持部洗浄ノズル(洗浄部)26(26a, 26b, 26c, 26d)が近接して設置されている。保持部吸引ノズル24a, 24b, 24c, 24d、保持部洗浄ノズル26a, 26b, 26c, 26dは、それぞれ支持部28a, 28b, 28c, 28dによって支持されている。各保持部吸引ノズル24は調整部24'によって、また、各保持部洗浄ノズル26は調整部26'によって基板保持部11とのクリアランス調整が可能である。基板Wの上面側及び下面側には流体供給口と流体吸引口を有する洗浄ノズル12, 15が備えられ、この洗浄ノズル12, 15は図中二点鎖線(洗浄ノズル15を示す二点鎖線は非図示)で示すように基板Wの半径方向に移動可能となっている。

#### 【0043】

また、基板Wの上面側及び下面側には、N<sub>2</sub>ガス等の不活性の気体または湿度10%以下の乾燥空気等の乾燥用気体を供給する気体供給ノズル13, 14が配置されている。気体供給ノズル13, 14は、それぞれ気体供給口17, 18を有している。これらの気体供給ノズル13, 14は、それぞれ支点Cを中心として図中一点鎖線で示すように基板Wの略半径方向に沿って揺動可能となっている。また、基板処理装置は、基板Wの周縁部から流体を吸引するベベル吸引ノズル(周縁部吸引部)16を備えている。なお、基板保持部11は図中では4つとしたが、3つ以上であれば特に限定されない。ここでの洗浄ノズルからの流体としては、洗浄流体、エッチング液、エッチングガス等が挙げられ、具体的には、フッ化水素等の腐食性ガス、フッ酸等の酸、また過酸化水素、硝酸、オゾンなどの酸化剤、アンモニア等のアルカリ、キレート剤、界面活性剤、またそれらのうちいくつかの混合液が挙げられる。

#### 【0044】

図2(a)及び図2(b)は、基板保持部の構成例を示す図である。基板を保持する基板保持部(回転保持部)11は、各々クランプ部21を有するローラ20を備え、そのクランプ部21が基板Wの端部と基板Wの略中心方向へ向けた所定の押圧力で接触し、図示しない回転駆動手段によって総ての基板保持部11を所定の同一回転速度かつ同一方向に回転させ、基板保持部11と基板Wの(縁)端部との摩擦によって基板Wに回転力を付与しつつ保持する。総ての基板保持部11のうち、少なくとも一つだけ回転駆動させてもよい。ローラ20のクランプ部21の近傍には、液体等の流体を吸引する吸引口23を備え

た保持部吸引ノズル24が配置されている。ここで、吸引口23はクランプ部21に例えば5mm以下に近接して配置され、クランプ部21に付着した流体を吸引する。また、クランプ部21に洗浄流体を供給する供給口25を備えた保持部洗浄ノズル26が同様にローラ20のクランプ部21に近接して配置されている。ここでのローラ20の材料としては耐薬品性のフッ素系樹脂であるP V D Fを用いている。

#### 【0045】

スピンチャックは基板を固定して保持するため、スピンチャックの爪の内側では流体が入れ替わりにくい。これに対して、基板保持部11a, 11b, 11c, 11dにより基板Wを回転保持し、かつ基板保持部11a, 11b, 11c, 11dに保持部吸引部24a, 24b, 24c, 24dをそれぞれ設置することで、基板保持部11付近の流体の置換向上と流体の残留抑制が可能である。ここで、基板保持部11のクランプ部21は基板Wの端部と接触し、基板Wの内側に向けて圧力P, P' ...で基板Wを押し付け保持する。クランプ部21の形状は、保持または回転中に基板Wのずれのないように窪んだ形が望ましい。また、クランプ部21は真上から見た場合、真円に近い形状が望ましい。保持部吸引ノズル24とクランプ部21とのクリアランスは、望ましくは1mm以下、さらに望ましくは0.5mm以下である。また、ローラ20の材料としては、耐薬品性のあるフッ素系樹脂、例えばP V D F、P E E K等、またはポリウレタン等が好適である。保持部洗浄ノズル26とクランプ部21とのクリアランス（位置関係）は、保持部吸引ノズル24とクランプ部21とのクリアランスと同様に、望ましくは1mm以下、さらに望ましくは0.5mm以下である。

#### 【0046】

仮に保持部吸引ノズル24がなければ、クランプ部21に付着した流体はローラ20の回転によって基板Wと再接触し、基板W及びローラ20の接線方向Xに流体が飛散する（図2（a）参照）。その防止のための吸引口23と供給口25の配置関係は、ローラ20の回転方向が図中の矢印の方向であるとする、クランプ部21と基板Wとの接触部Wcに対して回転方向の前方に保持部洗浄ノズル26が配置され、さらにその前方に吸引口23を備えた保持部吸引ノズル24が配置されている。従って、接触部Wcで基板Wの周縁部の流体がローラ20のクランプ部21に移動し、ローラ20は図中矢印で示す方向に回転し、保持部洗浄ノズル26の洗浄流体供給口25から供給される洗浄流体により流体が付着したクランプ部21が洗浄される。そして、ローラ20の回転に伴い吸引口23を備えた保持部吸引ノズル24の前にそのクランプ部が到達すると、洗浄流体により洗浄処理された流体が吸引ノズル24により吸引される。これにより、基板Wの周縁部に付着した流体が洗浄処理された上で吸引ノズル24により吸引されるので、基板Wの周縁部からの流体の飛散を抑制し、ウォーターマークの発生を抑制することができる。また、基板周縁部に付着した流体を吸引することができるので、低速回転であっても効率的に基板周縁部に付着した流体を除去することが可能である。

#### 【0047】

なお、図2（c）の断面図に示すように、吸引配管27をローラ20の内部に設け、吸引配管27を介してクランプ部21の内側の一箇所または複数箇所から流体を吸引するようにしてもよい。また、上記実施形態では保持部洗浄ノズル26を設ける例について説明したが、洗浄処理が必要でない場合には、この保持部洗浄ノズル26を設けることを省略することができる。ここで、保持部吸引ノズル24の吸引口23および吸引配管27は気液分離装置を介して真空源に連通し、真空吸引により、流体等を吸引する。真空源としては、エジェクター、真空ポンプなどを用いる。

#### 【0048】

図3（a）及び図3（b）は、基板保持部に設けた保持部吸引ノズルの効果を説明するための図であり、図3（a）は保持部吸引ノズルが無い場合を示す。この場合には、基板W上の流体が周縁部残留流体Dとなって存在し、基板W及びローラ20の回転によって符号D'、D''で示すように移動する。これに対して、図3（b）は保持部吸引ノズルを有する場合である。この場合には、基板Wの周縁部の流体Dは符号D'で示すようにローラ

20のクランプ部21に移動した後、上述した保持部吸引ノズル24により吸引される。このため、基板W上の流体がスムーズにローラ20のクランプ部21を介して吸引ノズル24により吸引除去され、基板W上の残留流体Dを非常に少なくでき、流体の置換向上、残留抑制、飛散防止を図ることができる。

#### 【0049】

図4は保持部吸引ノズル及び周縁部吸引ノズルの真空排気経路を示す模式図である。図4に示すように、ベベル吸引ノズル16と保持部吸引ノズル24とはいずれも気液分離槽31に接続され、気液分離槽31を介して真空源（エジェクター）32に接続されている。

#### 【0050】

特に、この基板処理装置においては、 $500\text{ min}^{-1}$ 以下の低速回転時で遠心力が不十分であっても、基板周縁部付近にとどまる流体を排除でき、洗浄時の流体の膜厚の均一化による処理の均一化や、乾燥の迅速化を図ることができる。一般に、ローラ等を用いた摩擦回転保持の場合、保持部の基板との接触部に流体が残留しやすい。また、保持部に付着した流体は基板との接触回転により保持部または基板の接線方向に流体が飛散しやすい。この実施形態の装置においては、基板との接触によって基板保持部に付着した流体を、一周して再度基板に接触する前に保持部吸引ノズル24により吸引することで、基板に古い流体が再付着することがない。また低速回転により流体の飛散可能性も大幅に低下する。基板を $500\text{ min}^{-1}$ 以下、特に、 $100\text{ min}^{-1}$ 前後での低速で回転させる場合は、流体の飛散防止と置換向上の効果が大きい。但し、この装置は低速回転に限定されない。ベベル吸引ノズル16は、基板周縁部に近接して配置され、基板Wの周縁部（ベベル部）に付着した流体を吸引する。ベベル吸引ノズル16と基板Wの表面または基板Wの周縁部との距離は、望ましくは1mm以内、さらに望ましくは0.5mm以内である。ベベル吸引ノズル16は、基板周縁部の上面、側端部、下面のいずれかに近接して配置するのが好ましい。また、それらの配置のうち2つ以上に配置してもよい。

#### 【0051】

図5は、基板保持部により保持され回転する基板の上方及び下方に気体供給ノズルを設け、その気体供給ノズルの気体供給口から基板の上面及び下面に乾燥用気体を供給する例を示す断面図である。すなわち、この実施形態においては、上述したように揺動可能な気体供給ノズル13を基板Wの上面側に配置し、同様に揺動可能な気体供給ノズル14を基板Wの下面側に配置している。なお、この実施形態では、基板Wの上面側及び下面側にそれぞれ気体供給ノズル13、14を設ける例について説明するが、どちらか片方のみに配置するようにしてもよい。それぞれの気体供給ノズル13、14からは $\text{N}_2$ 等の不活性気体、または湿度10%以下の乾燥空気等の低湿度気体のいずれかからなる乾燥用気体が供給される。

#### 【0052】

なお、気体供給ノズル13、14から噴射される気体を加温するヒータ等を配管に設けることが好ましい。これにより、基板Wの乾燥のために加温した乾燥用気体を供給することができる。加温した乾燥用気体を基板面に供給することで、基板の乾燥をより促進することができる。すなわち、濡れた基板に気体を供給すると、気化熱により基板の温度が低下するが、気体を加温して供給することにより、基板の乾燥時間の短縮が可能である。

#### 【0053】

ローラ20のクランプ部21で基板Wと接触し、摩擦によって基板Wを回転させる基板保持部11では、基板Wの上下面の近傍に気体供給ノズル13、14を配置することが容易である。例えば、スピンチャック方式による基板保持では、基板近傍にチャック部の配置が不可欠であり、これが障害となり、特に基板の下面付近に揺動する気体供給ノズル等を設置することは困難である。このため、スピンチャック方式では、低速回転で特に乾燥を行うのは困難であり、高速回転時の流体飛散によるウォーターマークの防止が困難である。これに対して本実施形態では、ローラ20による、いわば点接触で基板Wを保持し、さらにベベル吸引ノズル16及び保持部吸引ノズル24を設けることにより、基板を低速



で回転させる場合であっても、基板周縁部の流体を効率的に除去することができる。このため、乾燥時間の短縮が可能であり、流体の飛散が殆ど発生しないので、ウォーターマークの発生を抑制できる。さらに、基板上のウォーターマークの発生抑制のためには、水分と酸素の排除が有効である。N<sub>2</sub>などの不活性ガス、または湿度10%以下の低湿度ガスを基板に供給することにより、水分と酸素の排除を有効に行える。このような乾燥方式により、基板を高速回転させることなく、低速回転で流体の飛散を防止しつつ、効率的に基板を乾燥することが可能である。

#### 【0054】

また、基板の中央付近を乾燥する場合、基板に対して供給気体が斜めに入射すると、基板の中央周辺が中央よりも先に乾燥して、基板の中央に残留した流体が既乾燥領域に付着し、ウォーターマークが発生する虞がある。また、斜め入射の場合は気体の衝突範囲が広がり、乾燥力が低下するという問題がある。よって、基板への気体供給方向は基板に対して垂直であることが好ましく、このため、気体供給ノズル13、14は基板Wに対して垂直に配置されている。したがって、気体供給ノズル13、14の気体供給口17、18からは、基板面に対して垂直に乾燥用気体がそれぞれ供給される。

#### 【0055】

また、基板の上下面に近接して設けた気体供給ノズル13、14は、基板面からの距離を調整する距離調整機構をそれぞれ備えている。図5に示すように、気体供給ノズル13、14は使用時には図中の二点差線の位置に移動する。基板の乾燥性能向上のためには、基板が濡れた状態から乾燥するまでの遷移時間、つまり準乾燥状態を短くすることが望ましい。よって、弱い力で広い領域をゆっくり乾燥するよりも、強い力で狭い領域を短時間で乾燥することが好ましい。気体供給口17、18が基板Wから遠ざかると、気体の進行が分散するので、乾燥気体の供給時に、気体供給ノズル13、14の気体供給口17、18は基板Wに近接することが好ましい。具体的には基板からの距離は30～50mmが好ましい。さらに好ましくは3～10mmである。また、気体供給口から噴出する気体の進行はなるべく拡がりが少ないものが好ましい。もちろん、洗浄液を供給して洗浄処理を行う等の場合には、気体供給ノズルは基板から離れる必要がある。この観点からも、気体供給ノズルは十分な距離を移動可能であることが必要である。また、基板の乾燥のための気体供給条件として重要なことは気体の流速である。基板に気体供給口が近接した場合、望ましい流速は、気体供給口出口において10～3000m/sである。気体供給口出口での流速は、供給流量と気体供給口出口面積から計算で求めることができる。特に、疎水膜では10～300m/sが好ましく、親水膜では400～1000m/sが好ましい。

#### 【0056】

また、この実施形態の基板処理装置では、上面側の気体供給ノズル13および下面側の気体供給ノズル14はそれぞれ矢印Aで示すように、基板Wの中央部から周縁部に向けて、またはその逆に半径方向に移動可能である。気体供給ノズル13、14を基板Wの中央部から周縁部に向けて移動させることで、基板Wの中央部から周縁部に向けて順々に乾燥することができる。すなわち、基板保持部11により基板Wを保持しつつ回転させながら、気体供給ノズル13、14から乾燥用気体を基板Wに供給し、同時に気体供給ノズル13、14を基板Wの中心部から周縁部に向かって移動させる。これにより、基板Wに付着した流体を基板Wの周縁部に移動させることができる。そして、基板Wの周縁部に移動した流体をベベル吸引ノズル（周縁部吸引部）16により吸引し、さらに基板Wの周縁部と接触する基板保持部11に移動した流体を基板保持部に近接して配置した吸引部吸引ノズル（保持部吸引部）24（図2（a）参照）により吸引して除去することができる。

#### 【0057】

なお、揺動可能な気体供給ノズルを用いる代わりに、図6（a）に示すように、複数の気体供給ノズルを有する、基板Wと略同径の円板状気体供給部を基板の上面に配置し、気体供給ノズルからの気体供給開始および気体供給停止のタイミングを独立して設定することも可能である。また、各気体供給ノズルからの気体供給流量を個別に設定することも可能である。例えば、基板の中心部に対向する気体供給ノズルaは供給流量を少なく、基板

の中間部に対向する気体供給ノズルb1, b2, b3, b4の供給流量を気体供給ノズルaのそれよりも多く、基板の外周部に対向する気体供給ノズルc1, c2, c3, c4の供給流量を気体供給ノズルb1, b2, b3, b4のそれよりもさらに多くする。これにより、乾燥対象の基板の表面積が異なっても、基板の全面を均一に乾燥することができる。また、各気体供給ノズルの開閉のタイミングを制御することも可能である。例えば、図6(b)に示すように、気体供給ノズルa、気体供給ノズルb1~b4、気体供給ノズルc1~c4の順に開閉バルブを開とし、気体供給ノズルa、気体供給ノズルb1~b4、気体供給ノズルc1~c4の順に前記バルブを閉にすることも可能である。これによって、基板を回転させつつ基板の中央部から周縁部に向けて順番に気体を供給することができ、基板上に付着した流体を順次基板の周縁部に移動させることができる。このように、基板の中央部から周縁部に向けて基板上に付着した流体を移動させることで、既乾燥領域への流体の再付着が確実に防止できる。また、基板の周縁部付近に残留した流体を早く排除するため、図6(c)に示すように、基板の周縁部から気体供給を開始することも可能である。

#### 【0058】

また、気体供給ノズル13, 14を基板Wの半径方向に移動させる移動機構は、気体供給ノズル13, 14の基板の半径方向位置によって移動速度を変化させる手段を備えている。すなわち、回転する基板Wに移動する気体供給ノズル13, 14から気体を供給する場合、基板の中央部では乾燥が早い、気体供給ノズル13, 14が基板の周縁部に移動するにつれて乾燥対象面積が大きくなるため、乾燥に時間がかかる。図7(a)は、気体供給ノズルの移動速度の変化および気体供給のタイミングの一例を示す。基板中央部では移動速度Vを大きく、周縁部に行くにつれて小さくしている。即ち、

$$V_1 > V_2 > V_3$$

の関係になっている。

このように、半径方向位置に対応して気体供給ノズル13, 14の半径方向の移動速度Vを変える。すなわち、基板中心部の乾燥対象面積の小さな部分では気体供給ノズル13, 14を速い速度 $V_1$ で移動させ、気体供給ノズル13, 14が基板の外周部の乾燥対象面積の大きな部分に行くに従って、移動速度を $V_2$ ,  $V_3$ と低減させる。このようにすることで、基板全面にわたって単位面積当たりの気体供給量を均一にすることができ、基板を均一に乾燥することが可能となる。また、既乾燥領域への流体の再付着防止が可能である。また、図7(b)に示すように基板中央付近では気体供給圧力 $P_1$ を低くし、周縁方向に移動したときに気体供給圧力 $P_2$ を上昇させてもよい。尚、図7(a)及び図7(b)における気体の供給停止時刻 $T_1$ は、気体供給口が基板の端部手前の2~10mmの位置を通過する時刻であり、時刻 $T_2$ は、気体供給口が基板端部を通過する時刻である。また、気体供給ノズルの移動速度と気体供給圧力の変化を併用するようにしてもよい。

#### 【0059】

また、基板が乾燥するとその表面が変色する。すなわち、基板面上の液膜厚さの変化に伴って光の反射状態が変化するため、湿潤状態の基板と乾燥状態の基板とではその表面の色が異なる。基板の乾燥状態を、例えば光学的なモニタ（例えばCCD、反射率計、干渉式光学測定器）を用いて検出する手段を備えていることが好ましい。モニタにより検出された基板の乾燥状態によって気体供給ノズルの移動速度を自動的に制御するようにしてもよい。例えば、気体供給ノズルの進行方向10mm先をモニタリングし、その部分の色が予め設定した色に変化して乾燥状態が検出されたら気体供給ノズルを外周側に進行させるなどの制御が可能である。これにより、気体供給ノズルを基板の半径方向に移動させながら乾燥させる場合において、乾燥対象の面積が異なっても均一な乾燥を行うことが可能である。

#### 【0060】

図8(a)に示すように、基板Wの周縁部直上から気体を供給すると基板Wの端部で気流の乱れが生じ、基板Wの反対側に、基板W上の流体や、基板Wや基板保持部から飛散した流体が回り込み、汚染やウォーターマークの原因となる。また、図8(c)に示すよう



にチャンバ10に直接気体が衝突すると、その部分に付着した流体や異物が飛散するという問題がある。上述したように、図7(a)及び図7(b)における時刻T<sub>2</sub>は、気体供給口が基板Wの端部を通過する時刻である。気体供給ノズル13または14の気体供給口17または18が基板Wの端部に到達する手前(時刻T<sub>1</sub>における気体供給ノズル位置)で気体供給を停止することで、基板端部からの流体の飛散や汚染を防止できる。これらの観点からすると、気体の供給停止位置は、基板の端部手前の2~10mmが好ましい。気体供給の停止後は、気体供給ノズル13, 14を基板から離隔させることが好ましい。

#### 【0061】

また、気体供給ノズル13, 14の移動方向でかつ基板Wの周縁部付近に排気口33(図8(b)参照)を備えることが好ましい。すなわち、基板Wの乾燥に使われた気体は、基板Wに付着していた流体をミスト状に含む可能性がある。このため、基板Wの乾燥に使用した気体を速やかに排出することで、ウォーターマークの発生を抑制できる。また、気体供給口17, 18から基板Wに対して局所的な気体の流れを形成しているので、乾燥後速やかに排気口33に排気することでチャンバ10内の気流の攪乱防止が可能である。また、気体供給ノズル13, 14の内径を一定にすると、気体の供給圧力を変えることにより容易に気体の流量・流速もコントロールが可能である。従って、供給する気体の圧力を検出する圧力センサを設置し、気体の供給圧力を制御することで、気体の供給流量および気体の流速を制御することが可能である。また、図7(b)に示すように、気体供給初期の気体供給圧力を低くし、途中で上昇させることも可能である。さらに、被処理基板(ウエハ)の種類や表面に形成される膜の種類に応じてウエハ回転速度、気体供給ノズル13, 14の基板面との距離、また移動速度や気体の供給圧力等の乾燥条件を設定し、被処理基板の処理中に各乾燥条件に対応する実測値をモニタし、乾燥条件の所定の設定データとその実測値を比較して、その設定データを維持するように基板の乾燥工程を制御する手段を備えてもよい。

#### 【0062】

図9および図10は、本発明の第2の実施形態の基板処理装置の概略的な構成例を示す図である。なお、特に説明しない本実施形態の構成は第1の実施形態と同様であるので、その重複する説明を省略する。基板処理装置1'では、チャンバ10内に処理対象の半導体ウエハ等の基板Wが基板保持部11a, 11b, 11c, 11dにより保持され回転される。そして、基板保持部11a, 11b, 11c, 11dの近傍には、それぞれ保持部洗浄ノズル26a, 26b, 26c, 26dと保持部吸引ノズル24a, 24b, 24c, 24dとが配置されている。処理対象の基板Wの表面に薬液等の処理流体を供給すると、洗浄やエッチング等の処理中において処理流体が基板Wの端部から基板保持部11a, 11b, 11c, 11dに移動し、保持部洗浄ノズル26a, 26b, 26c, 26dから供給される洗浄液にて洗浄処理され、保持部吸引ノズル24a, 24b, 24c, 24dにより吸引される。また、基板処理装置1'は気体供給ノズル13, 14を備え、それぞれの気体供給口17, 18から乾燥気体を基板Wに供給して、基板Wの上面および下面を乾燥するようになっている。また、基板処理装置1'はベベル部吸引ノズル16を備え、基板Wの周縁部(ベベル部)から処理流体を吸引するようになっている。さらに、図示はしないが基板処理装置1'は洗浄ノズル(図1の符号12, 15参照)を備えている。尚、乾燥工程においては、基板Wの側部の乾燥を促進し、ウォーターマークの発生を抑制するために、保持部洗浄ノズル26a, 26b, 26c, 26dから供給される洗浄液にて洗浄処理をしないことは上述した基板処理装置1と同様である。

#### 【0063】

この実施形態の基板処理装置1'においては、スポンジロール型洗浄具29a, 29bを備え、基板Wの上下面を洗浄するようになっている。すなわち、非図示の洗浄液供給ノズルから基板Wの上下面に洗浄液を供給しつつ、スポンジロール型洗浄具29a, 29bはそれぞれの軸心Oの周りに回転し、基板Wの上下面と摺動することにより基板保持部11a, 11b, 11c, 11dにより回転されている基板Wの上下面をスクラブ洗浄する。そして、洗浄後は図10中二点鎖線で示す退避位置に退避する。そして、その後に気体

供給ノズル13, 14が基板Wに近接した位置に移動し、乾燥気体を基板Wに供給して基板Wを乾燥する。尚、基板Wの側部に当接し、基板Wの表面に垂直な中心軸周りに回転して、回転する基板Wの側部と摺動して基板の側部をスクラブ洗浄するスポンジロール洗浄具を本基板処理装置1'に設けてもよい。スクラブ洗浄工程では、基板の上下面を洗浄するスポンジロール型洗浄具29a, 29bによる洗浄と、基板の側部を洗浄する上記のスポンジロール洗浄具による洗浄を同時に行ってもよい。また、超音波が照射された洗浄液を洗浄ノズル(図1の符号12, 15参照)の流体供給口より基板の上下面に供給して、基板Wの上下面を超音波洗浄するとともに洗浄排液を洗浄ノズルの流体吸引口より吸引するようにしてもよい。またスクラブ洗浄と超音波洗浄を同時に行ってもよい。本基板処理装置1'の処理フローとしては、エッチング工程、薬液供給による洗浄工程や超音波洗浄工程→リンス工程→スクラブ洗浄工程→リンス工程→乾燥工程や、エッチング工程や薬液供給による洗浄工程や、超音波洗浄工程→リンス工程→スクラブ洗浄工程→薬液供給による洗浄工程や超音波洗浄工程→リンス工程→乾燥工程等が望ましい適用例である。本基板処理装置1'は一台で複数の処理工程が行え、基板保持部からの処理流体の飛散を防止し、基板にウォーターマークを形成しない処理を実現できる。

#### 【0064】

図11は、本実施の形態に係る基板処理装置1または1'を備えた、基板処理ユニット71の概略平面図である。同図に示すように、基板処理ユニット71は、複数のウエハWが収納される2基のウエハカセット81A, 81Bと、ウエハWをめっき処理する基板めっき装置84と、ウエハWをエッチング処理する基板エッチング装置82と、エッチング処理の終了したウエハWを洗浄・乾燥する上述した基板処理装置1または1'とを備えている。また、基板処理ユニット71は、上述した各装置間でウエハWを搬送するための第1搬送ロボット85Aおよび第2搬送ロボット85Bと、これらの搬送ロボット85A, 85B間でウエハWを受け渡すために一時的にウエハW2枚を上下二段に離間して仮置きする搬送バッファステージ86とを備えている。基板処理ユニット71は、基板処理装置1または1'のみならず、基板めっき装置84と基板エッチング装置82も一枚毎に処理を行う枚葉処理装置で構成されている。

#### 【0065】

各ウエハカセット81A, 81Bには、ウエハWを収納する収納棚(不図示)が複数段設けられており、各収納棚には1枚ずつ処理対象となるウエハWが収納されている。ウエハカセット81A, 81Bに収納されたウエハWは、第1搬送ロボット85Aにより取り出され、搬送バッファステージ86を介して第2搬送ロボット85Bに受け渡される。第2搬送ロボット85Bに受け渡されたウエハWは、まず、基板めっき装置84に搬送され、この基板めっき装置84において、めっき処理が行われ、次に基板エッチング装置82に搬送され、この基板エッチング装置82において、エッチング処理が行われる。尚、この基板エッチング装置82の構成を、上述した基板処理装置1または1'と同じとし、洗浄ノズル12, 15から洗浄液の代わりにエッチング液を供給し、エッチング処理に使用してもよい。また、基板エッチング装置82を設けずに、基板処理装置1または1'によって、エッチング処理と、洗浄処理と乾燥を行うようにしてもよい。また基板エッチング装置82の代わりに基板処理装置1または1'を設け、2台の基板処理装置1または1'でエッチング処理と、洗浄処理と乾燥とを同時に行うようにしてもよい。この構成では一台の基板めっき装置84での処理時間が短い場合に、それよりも処理時間の長い基板処理装置1または1'を2台(パラレル処理)並行することにより基板処理ユニット71の処理能力(スループット)を向上させることができる。

#### 【0066】

基板エッチング装置82においてエッチング処理がなされた後、ウエハWは、第2搬送ロボット85Bにより基板処理装置1または1'に搬入される。基板処理装置1または1'は、ウエハWを洗浄するための洗浄部を備えるので、上述のようにウエハWを保持して回転させながら、洗浄ノズル12, 15からウエハWの上下面に処理流体を供給すると共に吸引し、ウエハWの上面と下面を洗浄する。よって、この基板処理装置1または1'に

より、エッチング処理により生成された生成物等が洗浄され、特に表面上の微細なパーティクル、表面の凹部に入り込んだ微細なパーティクルが除去される。そして、第1の洗浄において、洗浄液をフッ酸等の酸性洗浄液とし、第2の洗浄においてアルカリ洗浄液を用いるようにしてもよい。

#### 【0067】

そして、その後気体供給ノズルより乾燥気体を供給して、洗浄後の基板Wを乾燥する。乾燥処理が終了したウエハWは、順次、第2搬送ロボット85B、搬送バッファステージ86を介して第1搬送ロボット85Aにより搬送されて、ウエハカセット81A、81Bに収納され、ここで一連のウエハWの処理工程が終了する。このように、本実施の形態に係る基板処理装置1または1'は、ウエハWのめっき処理、エッチング処理、洗浄処理、乾燥処理等の種々の処理工程を行う基板処理ユニット71に好適に用いることができ、特に洗浄処理工程、乾燥工程を効率よく且つ高品質で行い、作業時間を短縮するとともに製品歩留の向上に寄与することができる。尚、この基板処理ユニットでは、基板エッチング装置82、基板めっき装置84に代えて、基板周縁部のエッチングを行うベベルエッチング装置や基板周縁部の研磨を行うベベル研磨装置、めっき層等の電解研磨を行う電解研磨装置、基板の表面を化学・機械研磨するCMP装置等に置き換えてもよいことは勿論である。また、基板エッチング装置82、基板めっき装置84に代えて全て基板処理装置1または1'とし、合計3台の複数の基板処理装置1または1'により基板処理ユニット71を構成してエッチング処理及び／または洗浄処理と乾燥とを並行して行うようにしてもよい。

#### 【0068】

次に、本発明の第3の実施形態に係る基板処理装置について図12を参照して説明する。

図12は本発明の第3の実施形態に係る基板処理装置を模式的に示す斜視図である。なお、特に説明しない本実施形態の構成は、上述した第1の実施形態と同様であるので、その重複する説明を省略する。

#### 【0069】

図12に示すように、基板処理装置は、複数の（本実施形態では4つの）基板保持部11を備えており、それぞれの基板保持部11は、その軸心回りに回転するローラ20を備えている。ローラ20に近接した位置には、ローラ20のクランプ部（図2（b）参照）に付着したリンス液などの液体を吸引する保持部吸引ノズル24が配置されている。これらのローラ20は基板Wの周縁部に当接しつつ同一方向に回転し、これにより、基板Wがローラ20によって保持されつつ回転させられる。

#### 【0070】

ローラ20によって保持された基板Wの上方にはリンス液供給ノズル40及び薬液供給ノズル42が設けられており、リンス液供給ノズル40からはリンス液が、薬液供給ノズル42からは薬液が基板Wの上面（前面）の中央部にそれぞれ供給されるようになっている。リンス液供給ノズル40は基板Wの表面に対して60～90度の角度で配置されている。リンス液を低流速で基板Wに供給するためには、リンス液供給ノズル40の穴径は3mm以上であることが好ましく、本実施形態では、リンス液供給ノズル40の穴径は4mmである。なお、基板Wの上方には、少なくとも1つのリンス液供給ノズルを配置することが好ましい。

#### 【0071】

基板Wの下方には2つのリンス液供給ノズル41A、41B及び2つの薬液供給ノズル43A、43Bが配置されている。リンス液供給ノズル41Aからはリンス液が基板Wの下面（裏面）の中央部に供給され、リンス液供給ノズル41Bからはリンス液が基板Wの下面の周縁部に供給されるようになっている。このように、基板Wの下方に少なくとも2つのリンス液供給ノズルを配置することが好ましい。同様に、薬液供給ノズル43Aからは薬液が基板Wの下面の中央部に供給され、薬液供給ノズル43Bからは薬液（例えば洗浄液）が基板Wの下面の周縁部に供給されるようになっている。なお、リンス液供給ノズル

ル 40, 41A, 41B 及び薬液供給ノズル 42, 43A, 43B は、いずれも基板 W に所定の液体を供給するための液体供給部を構成し、図 1 の洗浄ノズル 12, 15 に相当する。

#### 【0072】

基板 W の上方には基板 W の上面に乾燥用気体を供給する気体供給ノズル 13 が配置されており、基板 W の下方には基板 W の下面に乾燥用気体を供給する気体供給ノズル 14 が配置されている。これらの気体供給ノズル 13, 14 は、いずれも基板 W の半径方向に沿って揺動するように構成されている。なお、気体供給ノズル 13, 14 から供給される乾燥用気体としては、 $N_2$  ガスなどの不活性ガスが好適である。

#### 【0073】

次に、上述のように構成された基板処理装置の動作について説明する。ここでは、基板 W として、Low-k 膜がその表面の一部に露出した半導体ウエハが用いられる。まず、基板 W を基板保持部 11 のローラ 20 に保持させ、低い回転速度で基板 W を回転させる。この状態でリンス液供給ノズル 40 からリンス液を基板 W の上面に供給する。リンス液は、表面張力及び遠心力によって基板 W の上面全体に拡がり、これにより基板 W の上面全体がリンス液の液膜によって覆われる。このとき、保持部吸引ノズル 24 は稼働させない。リンス液の一部は基板の周縁部から流れ落ちるが、基板 W から流れ落ちる以上の流量のリンス液を基板 W に供給することにより、常に基板 W の上面全体にリンス液の液膜を形成することができる。なお、リンス液供給ノズル 40 からリンス液を基板 W の上面に供給すると同時に、リンス液供給ノズル 41A, 41B から基板 W の下面にリンス液を供給してもよい。

#### 【0074】

乾燥工程では、気体供給ノズル 13, 14 を基板 W の中央部にそれぞれ移動させ、気体供給ノズル 13, 14 から乾燥用気体（例えば  $N_2$  ガス）を基板 W の上面及び下面にそれぞれ供給する。この状態で、気体供給ノズル 13, 14 を基板 W の中央部から周縁部に向かって移動させる。これにより、基板 W の上面及び下面に付着しているリンス液が基板 W の中央部から周縁部に向かって移動し、さらに基板 W からローラ 20 に移動し、保持部吸引ノズル 24 によって吸引される。なお、第 1 の実施形態のように、基板 W の周縁部に近接してベベル吸引ノズル（周縁部吸引部）を設け、基板 W の周縁部に移動したリンス液をこのベベル吸引ノズルによって吸引するようにしてもよい。

#### 【0075】

このように、乾燥工程では、基板 W を低速で回転させながら、 $N_2$  ガスなどの乾燥用気体を気体供給ノズル 13, 14 から噴射しつつ、この気体供給ノズル 13, 14 を基板 W の中心部から周縁部へ移動させる。これによって、基板 W を高速で回転させることなく基板 W を乾燥させることができる。また、乾燥した基板 W の表面にリンス液の液滴が再付着することがなく、これによりウォーターマークの発生が抑制される。さらに、基板 W の表面に  $N_2$  ガスなどの不活性ガスを供給することで基板 W の表面での酸素濃度を低下させ、ウォーターマーク発生を効果的に防止することができる。

#### 【0076】

乾燥時では基板 W を  $100\text{ min}^{-1}$  以下の回転速度で回転させることが好ましいが、乾燥時間をさらに短縮するために、基板 W を  $100\text{ min}^{-1}$  以上の回転速度で回転させてもよい。なお、リンス処理の前に基板 W を薬液処理する場合には、薬液供給ノズル 42 から薬液を基板 W の上面に供給する。薬液によって基板 W の上面全体が覆われ、基板 W の上面を露出させないように基板 W を処理することでウォーターマークの発生が防止される。なお、薬液供給ノズル 42 から薬液を基板 W の上面に供給するとともに、薬液供給ノズル 43A, 43B から基板 W の下面にも薬液を供給してもよい。

#### 【0077】

図 13 は図 12 に示す基板処理装置が組み込まれた研磨装置（CMP 装置）を模式的に示す平面図である。図 13 に示すように、研磨装置は、基板を研磨する一対の研磨ユニット 90a, 90b と、研磨された基板を洗浄する一対の洗浄モジュール 91a, 91b と

、洗浄モジュール 91a, 91b により洗浄された基板を更に洗浄して乾燥させる一対の乾燥モジュール（本実施形態に係る基板処理装置）92a, 92b とを備えている。洗浄モジュール 91a, 91b は第 2 の実施形態（図 9 及び図 10 参照）と同様の構造であるが、乾燥手段（気体供給ノズル 13, 14）は備えていない。この各洗浄モジュール 91a, 91b はそれぞれ筒状の PVA（ポリビニルアルコール）スポンジ 29a, 29b（図 9 及び図 10 参照）を 2 つ有しており、これらの PVA スポンジ（洗浄具）29a, 29b は基板の上面及び下面にそれぞれ接触しつつその軸心回りに回転するようになっている。各洗浄モジュール 91a, 91b では、基板は複数のローラ 20 により保持されつつ回転させられ、この状態で、基板に洗浄液を供給しながら PVA スポンジ 29a, 29b を回転させることにより、基板の上下面がスクラブ洗浄される。尚、基板の表面が、Low-work 膜やシリコン膜のような疎水膜の場合は、ベベル部吸引ノズル 16 や排気口 33 は使用しない。

#### 【0078】

この研磨装置では、全体が長方形をなす基台の一端側に研磨ユニット 90a, 90b が配置され、他端側に複数の基板を収納するための 4 基のカセット 93a, 93b, 93c, 93d が載置されるロード／アンロードユニット 89 が配置されている。研磨ユニット 90a, 90b とロード／アンロードユニット 89 を結ぶ線上には、搬送ロボット 94a, 94b と、各モジュール間で基板の受け渡しを行うときに基板を一時的に載置する仮置台 95 とが配置されている。各搬送ロボット 94a, 94b は、水平面内で屈折自在な関節アームをそれぞれ有しており、関節アームは上下に配置された 2 つの把持部（ドライフィンガーとウェットフィンガー）を有している。搬送ロボット 94a はカセット 93a, 93b, 93c, 93d の前方に設置され、各カセット 93a, 93b, 93c, 93d に対して平行に移動可能になっている。所定の選択されたカセットに搬送ロボット 94a が移動し、この選択されたカセットに収納された基板が搬送ロボット 94a により一枚ずつ取り出される。

#### 【0079】

仮置台 95 の両側には乾燥モジュール 92a, 92b が配置され、搬送ロボット 94b の両側には洗浄モジュール 91a, 91b が配置されている。各洗浄モジュール 91a, 91b に隣接して基板を反転させる反転機 96a, 96b が配置されている。これらの反転機 96a, 96b は搬送ロボット 94b の関節アームが到達可能な位置にそれぞれ配置されている。これらの反転機 96a, 96b に隣接して基板を研磨ユニット 90a, 90b に搬送するトランスポータ 97a, 97b が配置されている。

#### 【0080】

研磨ユニット 90a, 90b は同一の基本構成を有しているので、以下では、研磨ユニット 90a についてのみ説明する。研磨ユニット 90a は、上面に研磨面を有する研磨テーブル 98a と、研磨対象物である基板を真空吸着により保持し、これを研磨テーブル 98a の研磨面に押圧するトップリング 99a と、トップリング 99a とトランスポータ 97a との間に基板の受け渡しを行うプッシャー 100a とを備えている。また、研磨ユニット 90a は、研磨テーブル 98a の研磨面に研磨液を供給する研磨液供給ノズル（図示せず）を備えている。研磨テーブル 98a とトップリング 99a とは互いに独立に回転するようになっている。このような構成において、回転している研磨テーブル 98a の研磨面に研磨液を供給しながら、トップリング 99a により基板を研磨面に押圧しつつ回転させることで基板が研磨される。

#### 【0081】

洗浄モジュール 91a, 91b 及び乾燥モジュール 92a, 92b は処理液供給ユニット 103 に接続されており、この処理液供給ユニット 103 から洗浄モジュール 91a, 91b 及び乾燥モジュール 92a, 92b に洗浄液、リンス液、または薬液などの処理液が選択的に供給されるようになっている。また、研磨液供給ノズルは研磨液供給ユニット 104 に接続されており、この研磨液供給ユニット 104 から研磨液が研磨液供給ノズルを介して研磨面上に供給される。

## 【0082】

一般に、基板の表面上に形成される物質（例えば絶縁膜）は前工程によって異なる。このため、前工程によって基板の表面が親水性または疎水性である場合がある。基板の表面が親水性であるか疎水性であるかによって、当然ながら基板上に液膜を形成するために必要な処理液の供給量が異なる。このような観点から、本実施形態では、基板Wの表面上に形成される物質に対応した処理液の供給量（流量）が予め記憶されている制御部105が設けられている。この制御部105は処理液供給ユニット103に接続されており、乾燥モジュール92a, 92bを介して処理液供給ユニット103から基板に供給される処理液（リンス液）の流量が制御部105により調整されるようになっていく。このように、前工程にて形成される物質の組成を予め制御部105に入力することによって、リンス液の一部が基板の周縁部から遠心力でこぼれる量以上の液量を供給することが可能となり、基板の上面にリンス液の液膜を形成することができる。また、研磨液供給ユニット104も制御部105に接続されており、研磨面に供給される研磨液の流量が制御部105により調整される。

## 【0083】

制御部105は、図示しないタイマー、流量計、及びバルブを用いて、乾燥モジュール（基板処理装置）92a, 92bから基板に供給されるリンス液及び乾燥用気体の流量と動作タイミングを制御する。制御部105にはモニタ106が接続されており、モニタ106によって基板に供給されるリンス液及び乾燥用気体の流量が監視されている。加えて、制御部105は、処理液供給ユニット103および乾燥モジュール（基板処理装置）92a, 92bの運転を制御する。即ち、モニタ106により監視されているリンス液や乾燥用気体の流量が各設定値（制御部105に記録されている流量）に対して異なる場合は、各流量計から制御部105にエラー信号が送信され、乾燥モジュール（基板処理装置）92a, 92bの運転を停止させる。

## 【0084】

次に、上述した研磨装置の動作について説明する。まず、配線材料としてのCu及び絶縁膜としてのLow-k膜からなるデバイス部が表面に形成された複数の基板をカセット93a（及び／又はカセット93b, 93c, 93d）に収納し、このカセット93aをロード／アンロードユニット89に載置する。カセット93aからは1枚の基板が搬送ロボット94aにより取り出される。基板は、搬送ロボット94aによって仮置台95に一旦載置された後、搬送ロボット94bによって反転機96aに搬送される。反転機96aによりデバイス部が形成された基板の表面が下を向くように基板が反転させられた後、搬送ロボット94bによってトランスポート97aに搬送される。そして、基板はトランスポート97aにより研磨ユニット90aのプッシャー100aに搬送され、プッシャー100a上に載置される。その後、トップリング99aをプッシャー100aの直上方に移動させ、プッシャー100aを上昇させて、基板をトップリング99aの下面に吸着保持させる。この状態で、トップリング99aを研磨テーブル98aの上方に移動させる。そして、回転する研磨面に研磨液を供給しながらトップリング99aによって基板を研磨面に押圧しつつ回転させて基板を研磨する。

## 【0085】

研磨後、基板はプッシャー100aに受け渡され、プッシャー100aからトランスポート97aに受け渡される。その後、基板は搬送ロボット94bによりトランスポート97aから反転機96aに受け渡される。反転機96aにより基板を反転させた後、搬送ロボット94bによって基板が洗浄モジュール91aに搬送される。洗浄モジュール91aでは、基板の上下面に洗浄液を供給しながら基板及びPVAスポンジを $100\text{min}^{-1}$ の回転速度でそれぞれ回転させ、基板の上下面を30秒間スクラブ洗浄する。このスクラブ洗浄処理では、界面活性剤を含む洗浄液が使用され、この洗浄液を基板に供給することで、基板の疎水性表面を親水化する。これにより、基板の表面がウェット状態に維持され、基板の表面を露出させないようにすることができる。

## 【0086】



次に、基板は搬送ロボット 94 b により乾燥モジュール（本実施形態の基板処理装置）92 a に搬送される。乾燥モジュール 92 a では、界面活性剤を含む洗浄液を供給しつつ PVA スポンジにより洗浄を行った後、リンス液を供給して界面活性剤を含む洗浄液を洗浄したのち、基板を乾燥させる。即ち、ペンシル構造の PVA スポンジ（図示せず）を  $60 \text{ min}^{-1}$  で回転させ、基板を  $100 \text{ min}^{-1}$  で回転させた状態で、PVA スポンジを基板の上面に押し付けつつ、 $20 \text{ mm/s}$  の速度で揺動させて基板を洗浄する。このとき、界面活性剤を含んだ洗浄液を供給し、基板の上面全体に洗浄液の液膜を形成する。次に、界面活性剤を含んだ洗浄液を除去するため、基板を  $50 \text{ min}^{-1}$  で回転させながら、リンス液供給ノズル 40（図 12 参照）からリンス液を  $2.5 \text{ L/min}$  の流量で基板の上面に供給し、基板の上面全体にリンス液の液膜を形成する。このとき、基板の下面にも、リンス液供給ノズル 41 A, 41 B（図 12 参照）からリンス液を  $1.5 \text{ L/min}$  の流量で供給する。リンス液としては、純水、炭酸水、水素水、オゾン水などが使用される。なお、ペンシル構造の PVA スポンジによる洗浄に代えて、界面活性剤を含む薬液を超音波ノズルから流す超音波洗浄や、窒素ガス等の不活性ガスと界面活性剤を含む薬液を混合した 2 流体ジェットノズル洗浄を用いることも可能である。

#### 【0087】

リンス終了時まで、基板の中央部の上方及び下方に気体供給ノズル 13, 14（図 12 参照）を移動させ、リンス処理終了と同時に乾燥用気体（例えば  $\text{N}_2$  ガス）の噴射を開始する。さらに乾燥気体供給ノズル 13, 14 は、乾燥用気体を基板に向けて噴射しながら、基板の中央部から周縁部に移動する。これにより基板上のリンス液が除去されて基板が乾燥される。このような乾燥方法によれば、リンス液は液滴状態にならず、さらには、基板が低速で回転するため、液滴飛散などによるウォーターマークの発生が防止される。乾燥終了後は、搬送ロボット 94 a により基板がロード／アンロードユニット 89 のカセット 93 a に戻される。

#### 【0088】

図 14 は本発明の第 3 の実施形態に係る基板処理装置が組み込まれた無電解めっき装置を模式的に示す平面図である。この無電解めっき装置は、基板の表面に露出した配線金属の上に配線保護膜を選択的に形成する、いわゆるキャップめっきを行うための装置である。また、処理対象となる基板は、絶縁膜としての Low-k 膜の表面に形成された凹部内に配線材料としての Cu が埋め込まれた半導体ウエハである。なお、図 13 及び図 14 において付された同一の符号は同一の構成を示しているため、その重複する説明を省略する。

#### 【0089】

図 14 に示すように、無電解めっき装置は、ロード／アンロードエリア 110、洗浄エリア 111、及びめっき処理エリア 112 の 3 つのエリアに区分されている。ロード／アンロードエリア 110 内には、4 基のカセット 93 a, 93 b, 93 c, 93 d が載置されるロード／アンロードユニット 89 と、基板を上下に反転させる反転機 96 a と、ロード／アンロードユニット 89 と反転機 96 a との間で基板の受け渡しを行う搬送ロボット 94 a とが設置されている。

#### 【0090】

洗浄エリア 111 内には、ロード／アンロードエリア 110 側に位置して仮置台 95 が配置されている。また、洗浄エリア 111 の両側に位置してキャップめっき処理後の基板を洗浄する 2 台の洗浄モジュール 91 a, 91 b と、これらの洗浄モジュール 91 a, 91 b により洗浄された基板を更に洗浄して乾燥させる乾燥モジュール（本実施形態に係る基板処理装置）92 a, 92 b とが配置されている。

#### 【0091】

また、洗浄エリア 111 内には、めっき処理エリア 112 側に位置してめっき前の基板を前洗浄する前洗浄モジュール 114 と、基板を反転させる反転機 96 b とが配置されている。更に、洗浄エリア 111 の中央に位置して、仮置台 95、洗浄モジュール 91 a, 91 b、乾燥モジュール 92 a, 92 b、前洗浄モジュール 114、及び反転機 96 b の

間で基板の受渡しを行う搬送ロボット94bが配置されている。

【0092】

めっき処理エリア112内には、基板の表面に触媒を付与する第1前処理ユニット115a、115bと、この触媒を付与した基板の表面に薬液処理を行う第2前処理ユニット116a、116bと、基板の表面に無電解めっき処理を施す無電解めっきユニット117a、117bとが並列に配置されている。また、めっき処理エリア112内の端部には、めっき液供給ユニット118が設置されている。更に、めっき処理エリア112の中央部には、走行型の搬送ロボット94cが配置されており、この搬送ロボット94cは、前洗浄モジュール114、第1前処理ユニット115a、115b、第2前処理ユニット116a、116b、無電解めっきユニット117a、117b、及び反転機96bとの間で基板の受渡しを行う。

【0093】

本実施形態に係る無電解めっき装置は、洗浄モジュール91a、91b、乾燥モジュール92a、92b、第1前処理ユニット115a、115b、第2前処理ユニット116a、116b、無電解めっきユニット117a、117b、及びめっき液供給ユニット118に所定の処理液（洗浄液、薬液、リンス液、めっき液など）を選択的に供給する処理液供給ユニット103を更に備えている。この処理液供給ユニット103は制御部105に接続されており、制御部105によって処理液供給ユニット103から洗浄モジュール91a、91b、乾燥モジュール92a、92b、第1前処理ユニット115a、115b、第2前処理ユニット116a、116b、無電解めっきユニット117a、117b、及びめっき液供給ユニット118に所定の処理液が選択的に供給されるように制御される。この場合、乾燥モジュール92a、92bを介して処理液供給ユニット103から基板に供給される処理液の流量が制御部105により調整される。

【0094】

次に、上述した無電解めっき装置の動作について説明する。まず、複数の基板をカセット93a（及び／又はカセット93b、93c、93d）に収納し、このカセット93aをロード／アンロードユニット89に載置する。カセット93aからは1枚の基板が搬送ロボット94aにより取り出され、反転機96aに搬送される。反転機96aによりデバイス部が形成された基板の表面が下を向くように（フェースダウン）基板が反転させられた後、搬送ロボット94aによって仮置台95に一旦載置される。その後、搬送ロボット94bによって基板が仮置台95から前洗浄ユニット114に搬送される。

【0095】

前洗浄ユニット114では、Low-k膜上に残留する銅などのCMP残さなどを除去する。例えば、基板をフェースダウンで保持し、0.5Mの硫酸等の酸溶液（薬液）中に基板を1分間浸漬させる。その後、基板の表面を超純水等の洗浄液で洗浄する。

【0096】

次に、基板を搬送ロボット94cで第1前処理ユニット115a（または115b）に搬送し、ここで基板をフェースダウンで保持して、基板の表面に触媒付与を行う。この触媒付与は、例えば、0.005g/LのPdCl<sub>2</sub>と約0.2mol/LのHCl等の混合溶液（薬液）中に、基板を1分間程度浸漬させることにより行われる。これにより、配線（Cu）の表面に触媒としてのPd（パラジウム）が付着し、配線の表面に触媒核（シード）としてのPd核が形成される。その後、基板の表面を純水（DIW）で洗浄する。

【0097】

そして、この触媒を付与した基板を搬送ロボット94cで第2前処理ユニット116a（または116b）に搬送し、ここで基板をフェースダウンで保持して、基板の表面に薬液処理を行う。例えば、Na<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub>・2H<sub>2</sub>O（クエン酸ナトリウム）等の溶液（薬液）中に基板を浸漬させて、配線（Cu）の表面に中和処理を施す。その後、基板の表面を純水で水洗いする。このようにして無電解めっきの前処理が施された基板は搬送ロボット94cにより無電解めっきユニット117a（または117b）に搬送される。

【0098】



無電解めっきユニット 117a では、基板をフェースダウンで保持し、液温が 80℃ の Co-W-P めっき液中に基板を 2 分間程度浸漬させて、活性化した配線の表面に選択的な無電解めっき（無電解 Co-W-P 蓋めっき）を施す。その後、基板の表面を超純水等の洗浄液で洗浄する。これによって、配線の表面に、Co-W-P 合金膜からなる配線保護層（キャップめっき層）が選択的に形成される。

#### 【0099】

次に、この無電解めっき処理後の基板は搬送ロボット 94c により反転機 96b に搬送され、ここでデバイス部が形成された表面が上向き（フェースアップ）となるように基板を反転させる。さらに、基板は搬送ロボット 94b によって反転機 96b から洗浄モジュール 91a（または 91b）に搬送される。洗浄モジュール 91a では、基板に洗浄液を供給しながら、ロールブラシを回転させて基板をスクラブ洗浄し、基板の表面に付着したパーティクルなどを除去する。このスクラブ洗浄処理では、界面活性剤を含む洗浄液が使用され、この洗浄液を基板に供給することで、基板の疎水性表面を親水化する。これにより、基板の表面がウェット状態に維持され、基板の表面を露出させないようにすることができる。

#### 【0100】

次に、基板は搬送ロボット 94b によって乾燥モジュール 92a（または 92b）に搬送される。乾燥モジュール 92a では、リンス液を用いてリンス処理を行った後、基板を乾燥させる。即ち、基板を  $50 \text{ min}^{-1}$  で回転させながら、リンス液供給ノズル 40（図 12 参照）からリンス液を  $2.5 \text{ L/min}$  の流量で基板の上面に供給し、基板の上面全体にリンス液の液膜を形成させる。このとき、基板の下面にも、リンス液供給ノズル 41A、41B（図 12 参照）からリンス液を  $1.5 \text{ L/min}$  の流量で供給する。リンス液としては、純水、炭酸水、水素水、オゾン水などが使用される。

#### 【0101】

リンス終了時まで、基板の中央部の上方及び下方に気体供給ノズル 13、14（図 12 参照）が移動してきており、リンス処理の終了と同時に乾燥用気体（例えば  $\text{N}_2$  ガス）の噴射が開始される。さらに乾燥気体供給ノズル 13、14 は、乾燥用気体を基板に向けて噴射しながら、基板の中央部から周縁部に移動する。これにより基板上のリンス液が除去されて基板が乾燥される。このような乾燥方法によれば、リンス液は液滴状態にならず、さらには、基板が低速で回転するため、液滴飛散などによるウォーターマークの発生が防止される。乾燥終了後は、搬送ロボット 94a により基板がロード／アンロードユニット 89 のカセット 93a に戻される。

#### 【0102】

これまで本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されず、その技術的思想の範囲内において種々異なる形態にて実施されてよいことはいうまでもなく、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0103】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態の基板処理装置の平面図である。

【図 2】 基板保持部を示す拡大図であり、図 2（a）は平面図を示し、図 2（b）は断面図を示し、図 2（c）は図 2（b）の変形例を示す断面図である。

【図 3】 保持部吸引ノズルの効果を説明するための図であり、図 3（a）は吸引が無い場合を示し、図 3（b）は吸引がある場合を示す。

【図 4】 保持部吸引ノズルとベベル吸引ノズルの真空源への接続を示す図である。

【図 5】 図 1 に示す基板処理装置の気体供給ノズルの配置を示す断面図である。

【図 6】 図 6（a）は複数の気体供給ノズルの配置例を示す図であり、図 6（b）及び図 6（c）はその動作タイミングを示す図である。

【図 7】 図 7（a）は気体供給ノズルの移動速度および気体供給（開閉）のタイミングを示すタイムチャートであり、図 7（b）はガス供給圧力および気体供給（開閉）

のタイミングを示すタイムチャートである。

【図 8】乾燥用気体の流れを示す図であり、図 8 (a) は気体供給ノズルが基板端部に位置する場合を示し、図 8 (b) は気体供給ノズルが基板端部よりも内周側に位置する場合を示し、図 8 (c) は気体供給ノズルが基板端部の外側に位置する場合を示す。

【図 9】本発明の第 2 の実施形態の基板処理装置の平面図である。

【図 10】図 9 に示す基板処理装置の縦断面図である。

【図 11】図 1 または図 9 に示す基板処理装置を用いた基板処理ユニットの概略平面図である。

【図 12】本発明の第 3 の実施形態の基板処理装置を模式的に示す斜視図である。

【図 13】図 12 に示す基板処理装置が組み込まれた研磨装置 (CMP 装置) を模式的に示す平面図である。

【図 14】図 12 に示す基板処理装置が組み込まれた無電解めっき装置を模式的に示す平面図である。

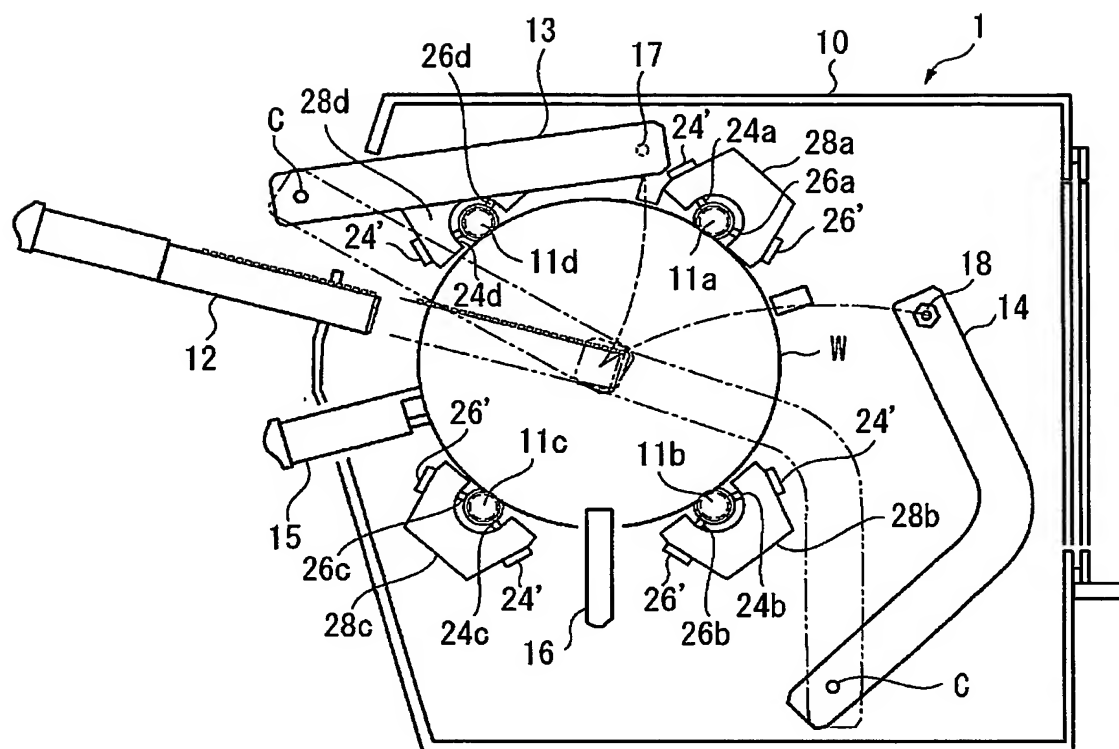
【符号の説明】

【0104】

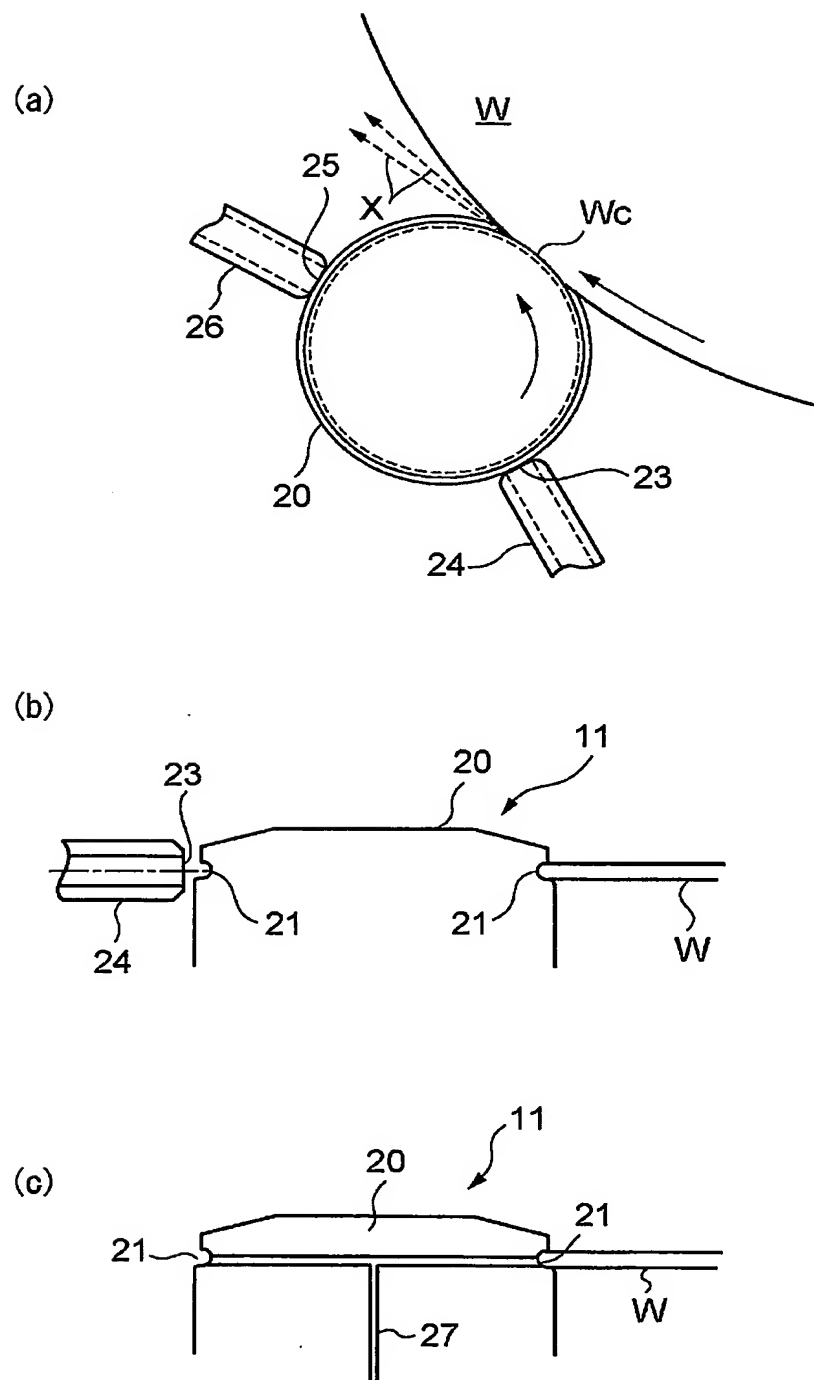
- 1, 1'      基板処理装置
- 10      チャンバ
- 11      基板保持部
- 12, 15      洗浄ノズル
- 13, 14      気体供給ノズル
- 16      ベベル吸引ノズル (周縁部吸引口)
- 20      ローラ
- 21      クランプ部
- 23      吸引口
- 24      保持部吸引ノズル
- 25      供給口
- 26      保持部洗浄ノズル (洗浄部)
- 27      吸引配管
- 29 a, 29 b      スポンジロール型洗浄具 (PVA スポンジ)
- 31      気液分離槽
- 32      真空源 (真空ポンプ)
- 33      排気口
- 40, 41 A, 41 B      リンス液供給ノズル
- 42, 43 A, 43 B      薬液供給ノズル
- 71      基板処理ユニット
- 81 A, 81 B      ウエハカセット
- 82      基板エッチング装置
- 84      基板めっき装置
- 85 A, 85 B      搬送ロボット
- 89      ロード／アンロードユニット
- 90 a, 90 b      研磨ユニット
- 91 a, 91 b      洗浄モジュール
- 92 a, 92 b      乾燥モジュール
- 93 a, 93 b, 93 c, 93 d      カセット
- 94 a, 94 b, 94 c      搬送ロボット
- 95      仮置台
- 96 a, 96 b      反転機
- 97 a, 97 b      トランスポータ
- 98 a, 98 b      研磨テーブル

99 a, 99 b      トップリング  
100 a, 100 b      プッシャー  
103      処理液供給ユニット  
104      研磨液供給ユニット  
105      制御部  
106      モニタ  
110      ロード／アンロードエリア  
111      洗浄エリア  
112      めっき処理エリア  
114      前洗浄モジュール  
115 a, 115 b      第1前処理ユニット  
116 a, 116 b      第2前処理ユニット  
117 a, 117 b      無電解めっきユニット  
118      めっき液供給ユニット

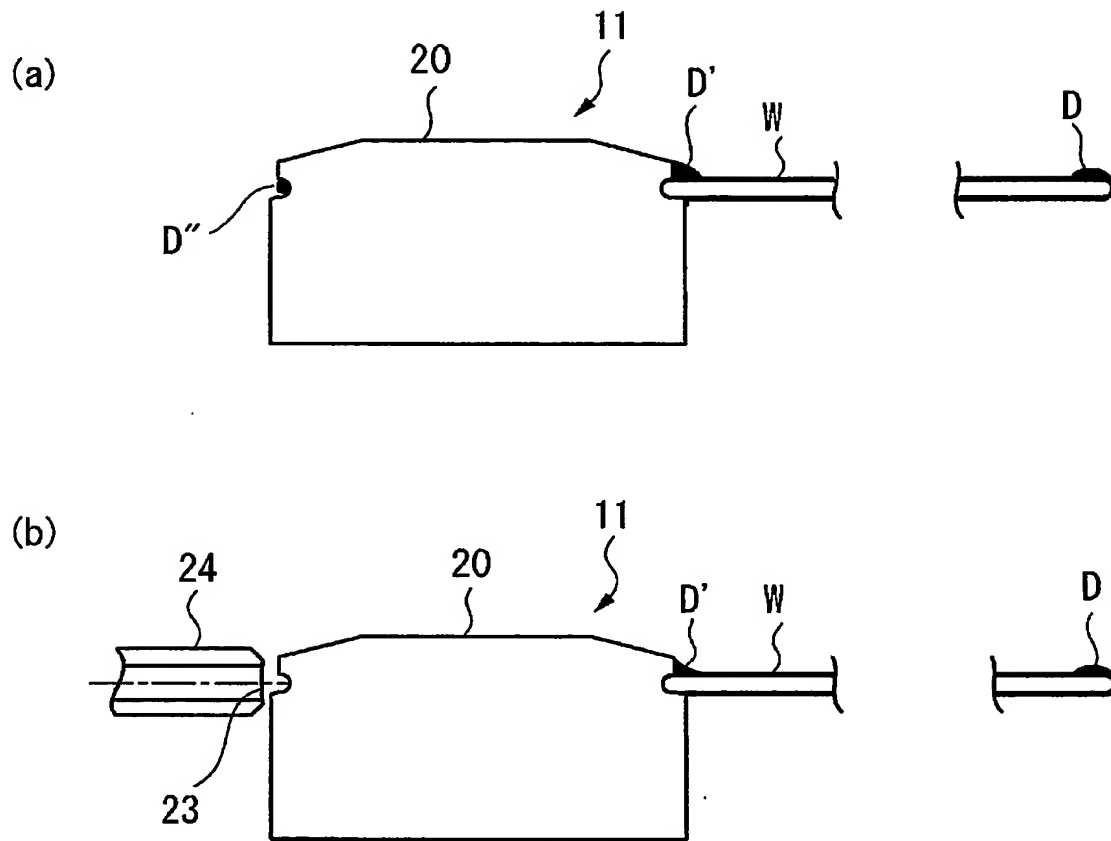
【書類名】 図面  
【図 1】



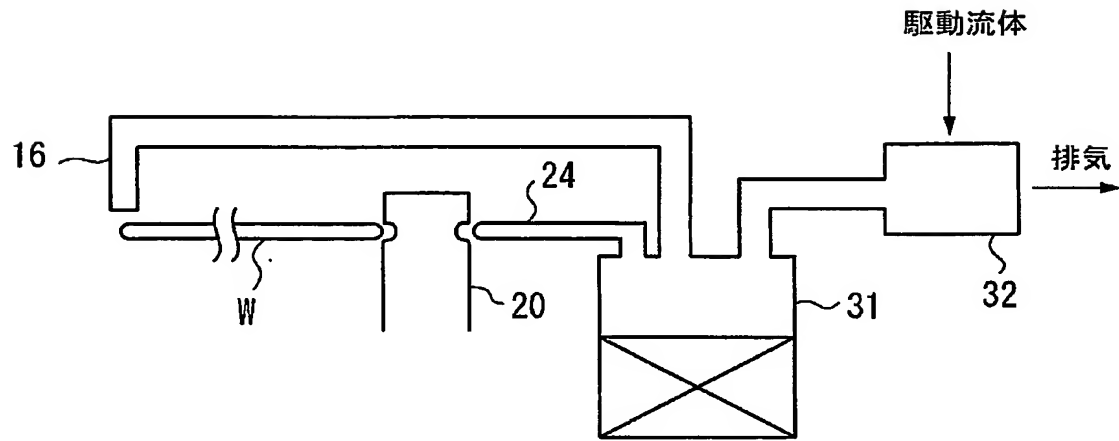
【図 2】



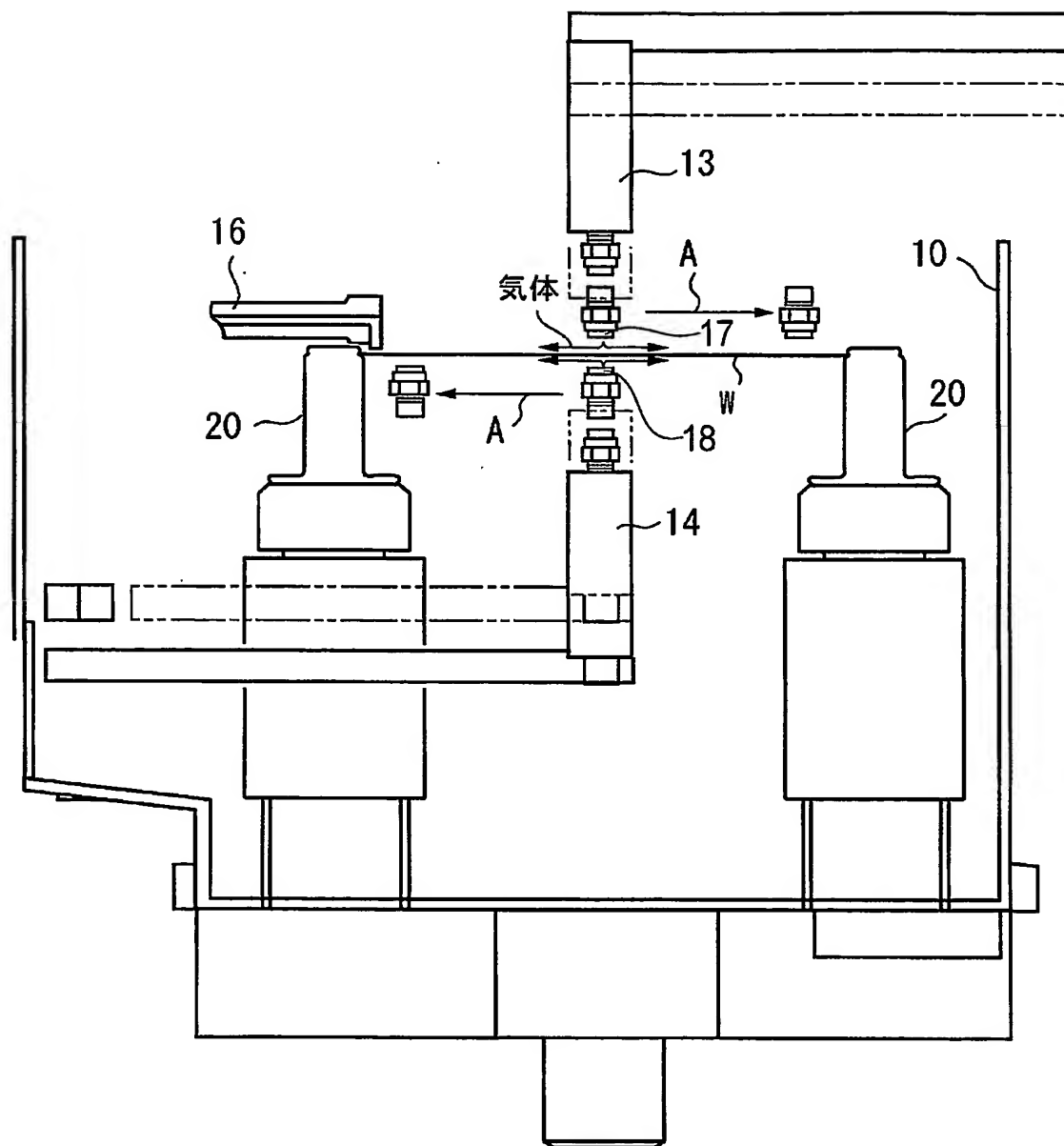
【図 3】



【図 4】

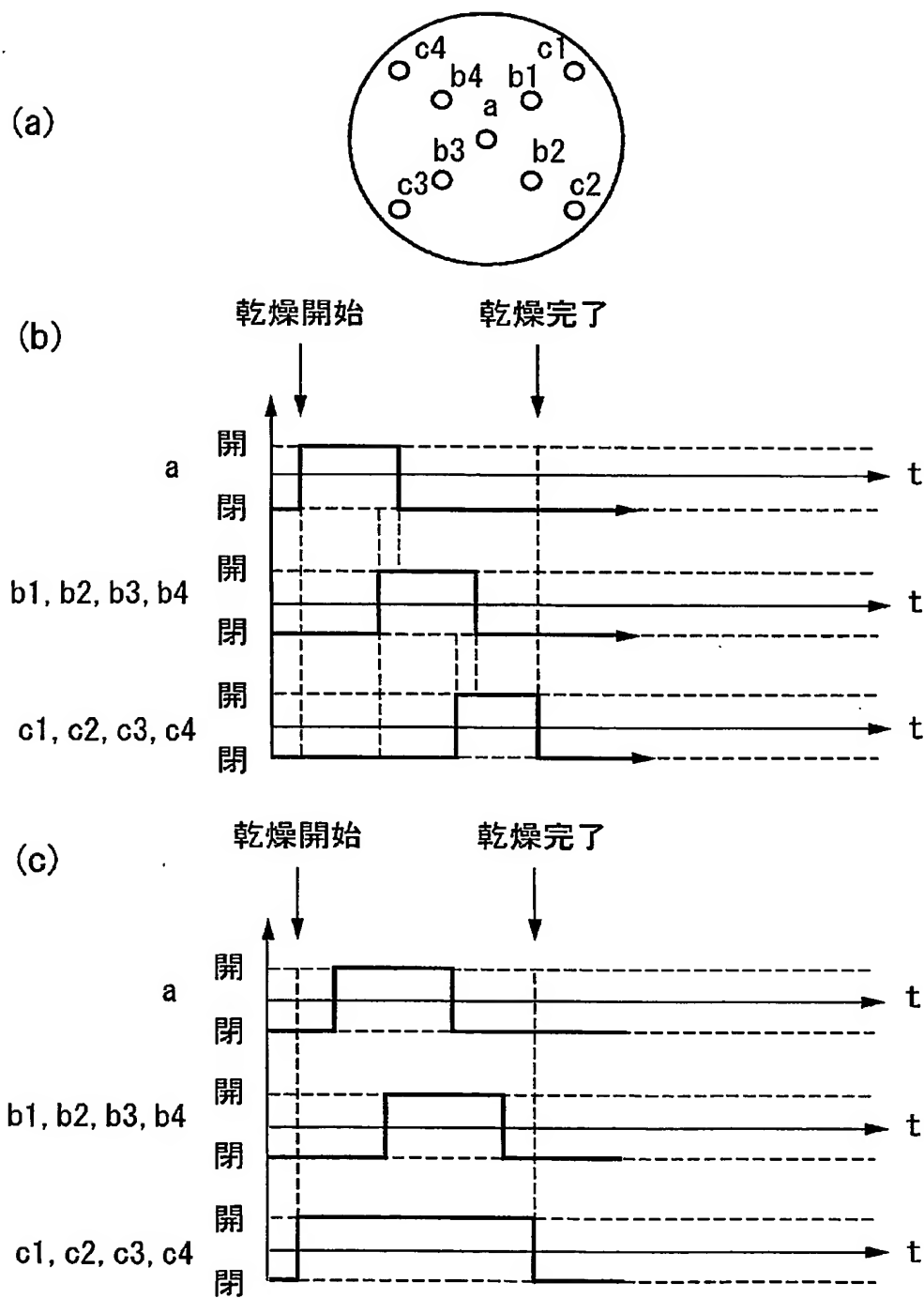


【図 5】

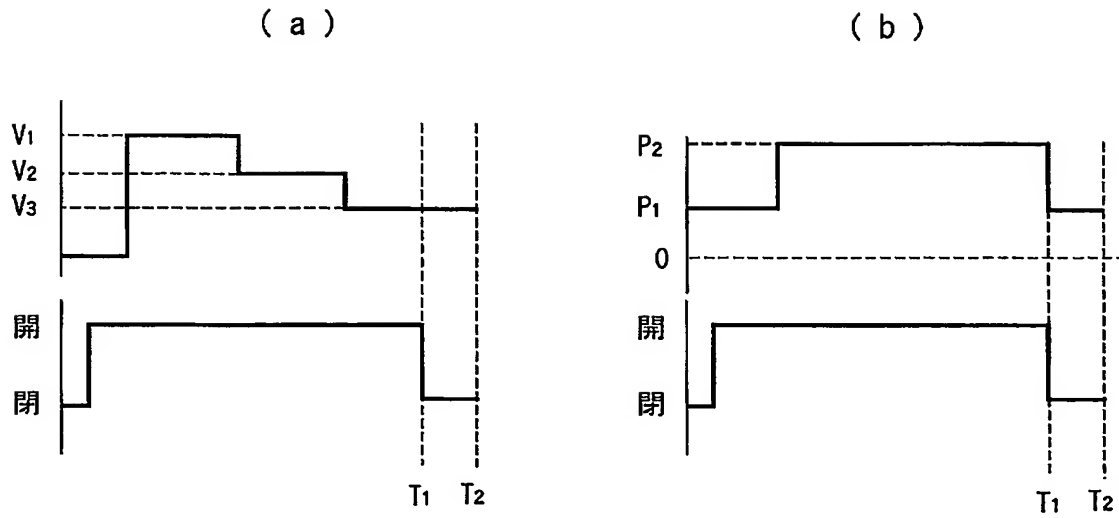




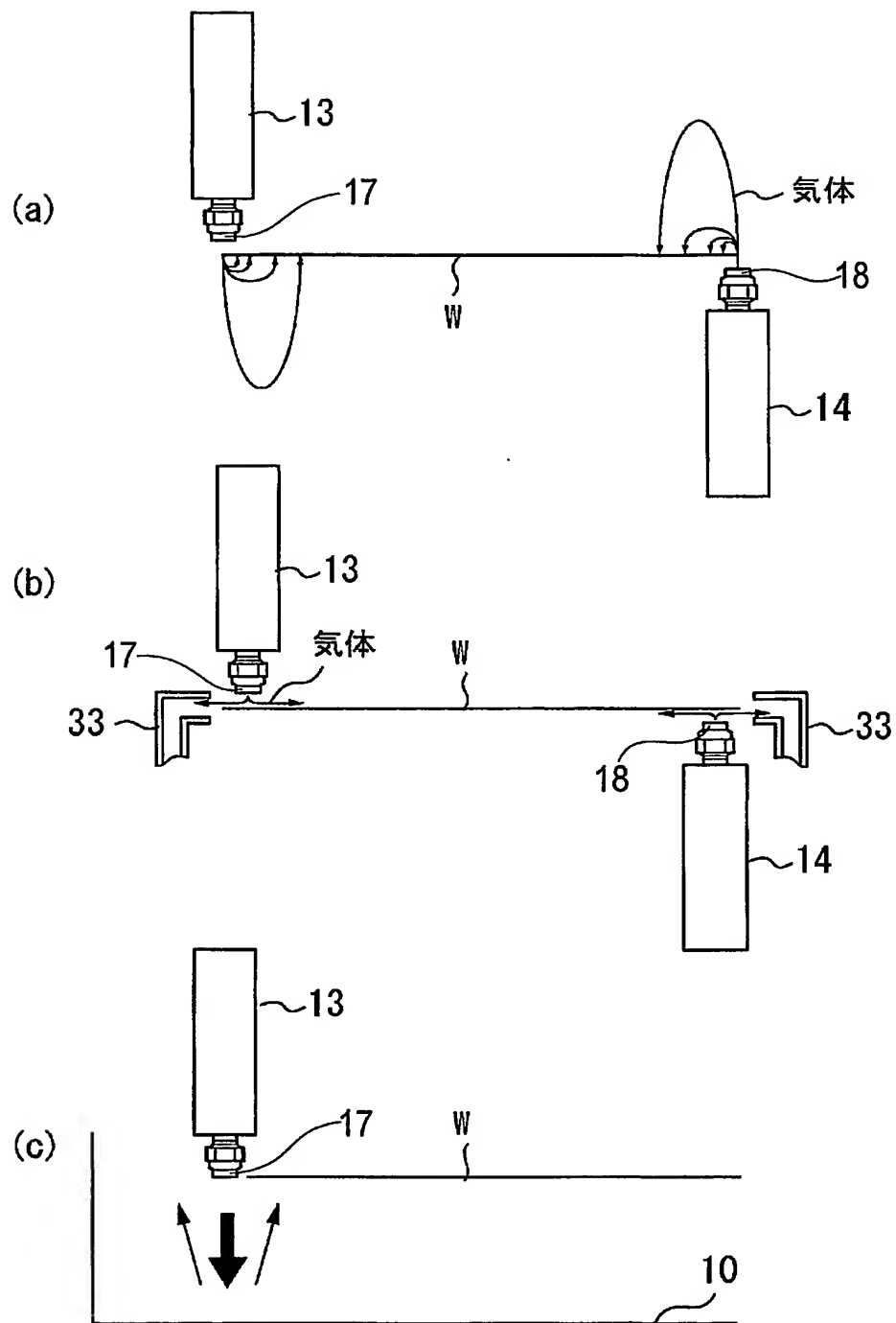
【図 6】



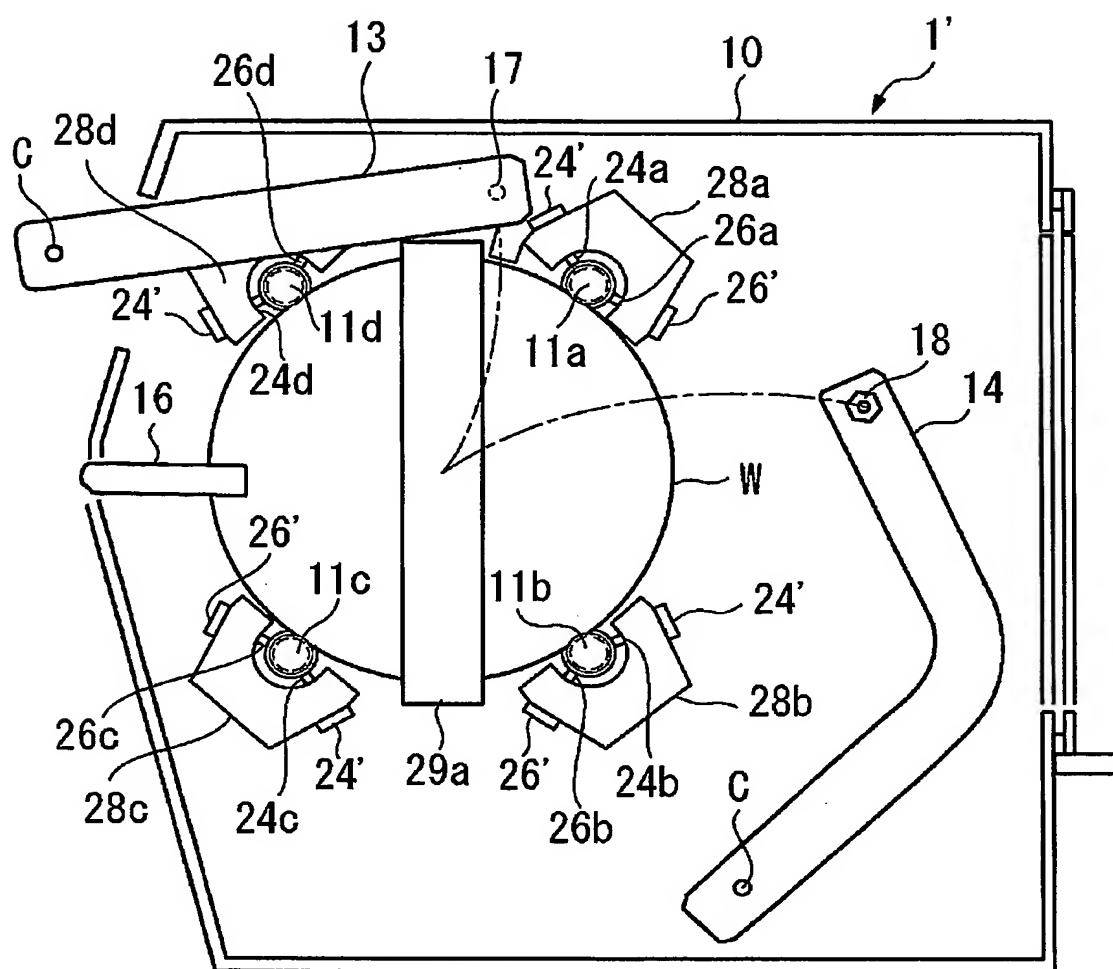
【図 7】



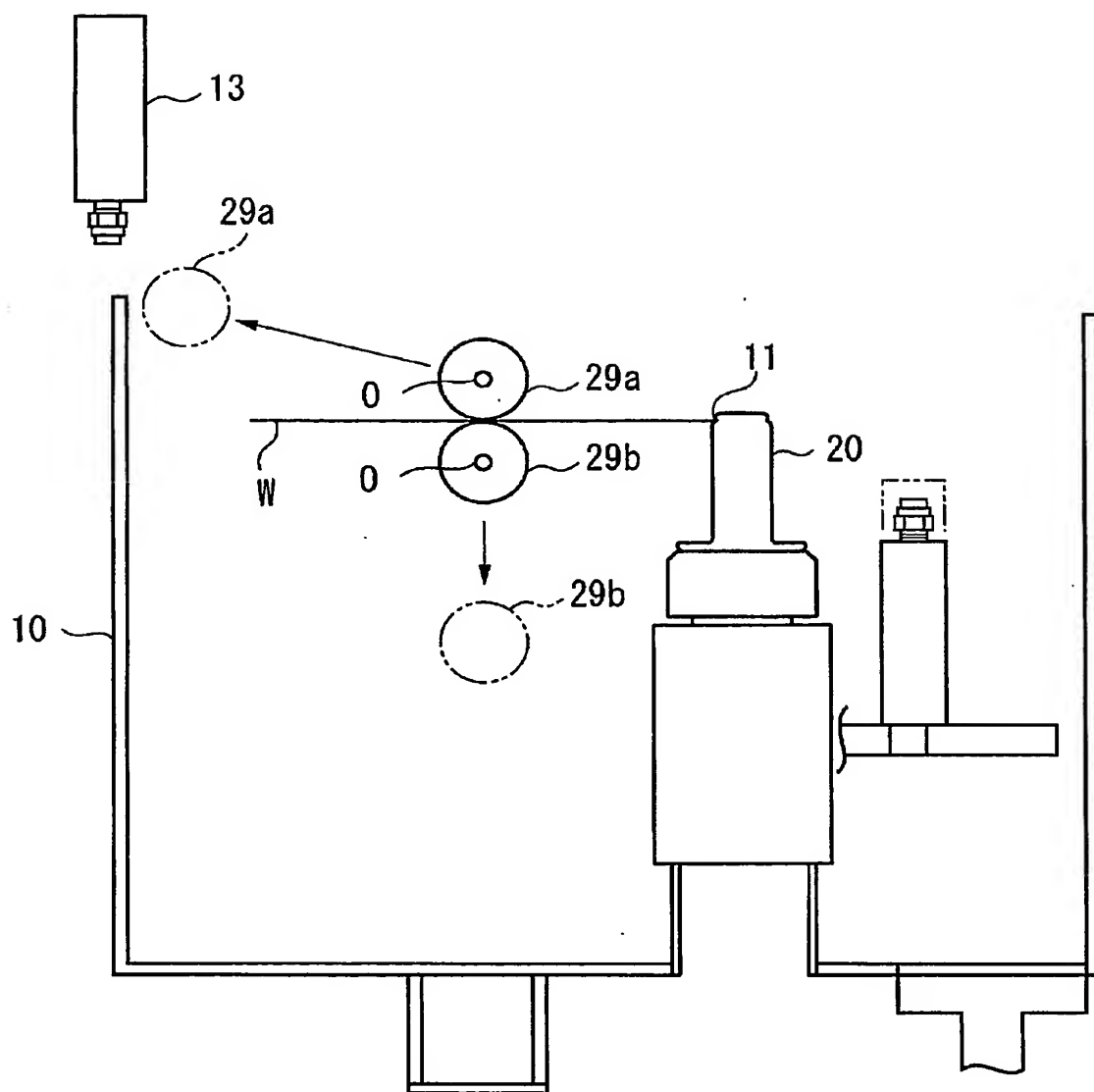
【図 8】



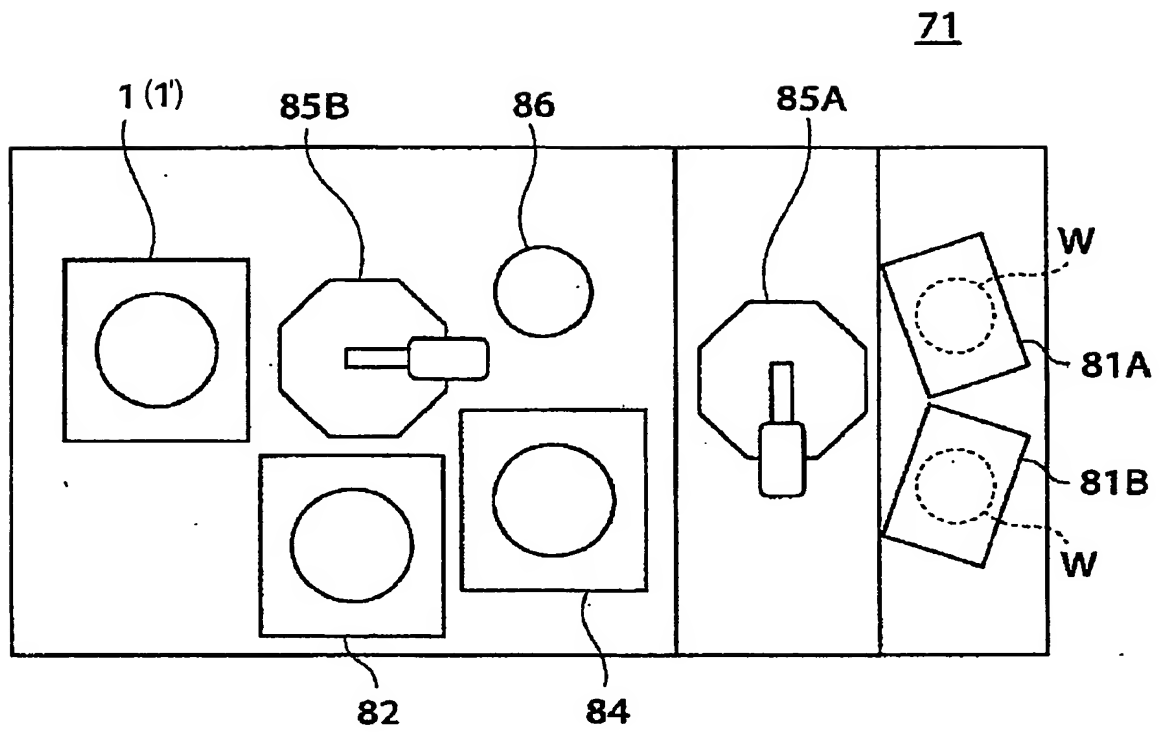
【図 9】



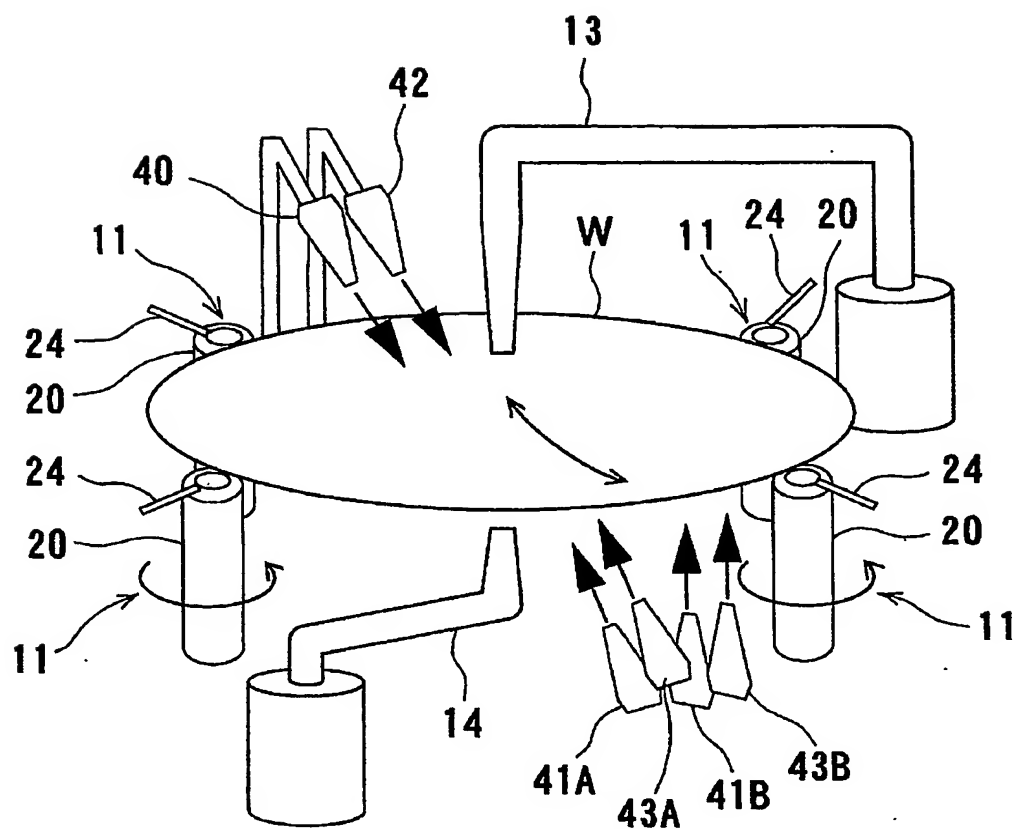
【図 10】



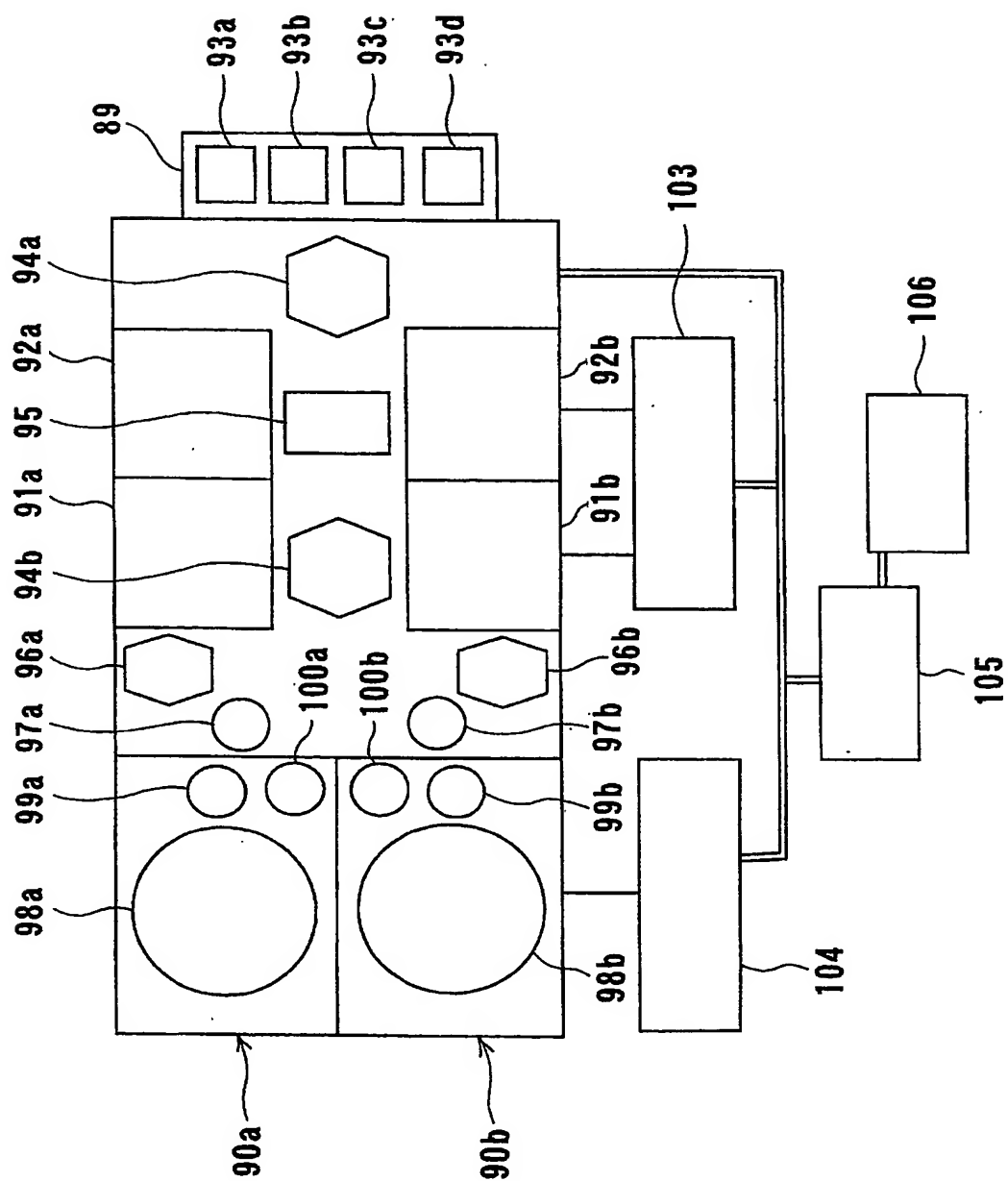
【図 11】



【図 12】

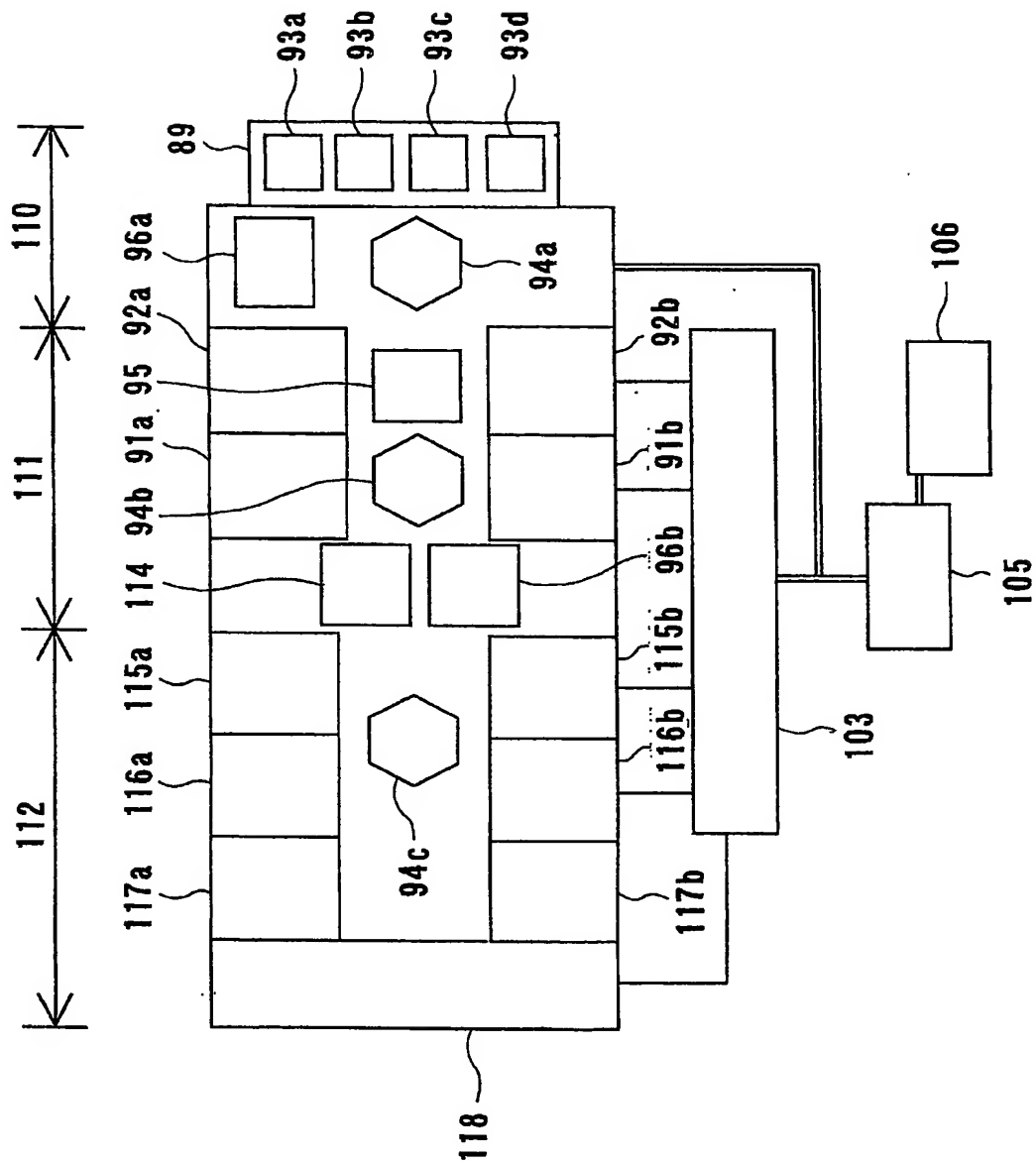


【図13】





【図 14】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 処理対象の基板や基板保持部から流体の飛散を抑制することができ、また基板保持部の流体の残留を無くすとともに置換を促進することができる基板処理装置および方法を提供することを目的とする。また、基板上下面の気体による乾燥ができ、かつウォーターマークの発生を抑制することができ、また低速回転で基板を乾燥することができる基板処理装置および方法を提供する。

**【解決手段】** 基板Wを回転保持する基板保持部11を有する基板処理装置であって、基板保持部11に流体を吸引する保持部吸引部24を配置したことを特徴とする。また、基板Wを回転保持する基板保持部11を有する基板処理装置であって、基板Wの周縁部付近に残留する液体を吸引する周縁部吸引部16を備えたことを特徴とする。

**【選択図】** 図2

## 認定・付加情報

|         |                |
|---------|----------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2004-003654 |
| 受付番号    | 50400029856    |
| 書類名     | 特許願            |
| 担当官     | 第五担当上席 0094    |
| 作成日     | 平成16年 1月26日    |

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

|          |                      |
|----------|----------------------|
| 【識別番号】   | 000000239            |
| 【住所又は居所】 | 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 |
| 【氏名又は名称】 | 株式会社荏原製作所            |

## 【代理人】 申請人

|          |  |
|----------|--|
| 【識別番号】   | 100091498                                  |
| 【住所又は居所】 | 東京都新宿区西新宿 7-5-8 GOWA 西新宿<br>4 階 渡辺・堀田特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 渡邊 勇                                       |

## 【選任した代理人】

|          |  |
|----------|--|
| 【識別番号】   | 100092406                                  |
| 【住所又は居所】 | 東京都新宿区西新宿 7-5-8 GOWA 西新宿<br>4 階 渡辺・堀田特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 堀田 信太郎                                     |

## 【選任した代理人】

|          |  |
|----------|--|
| 【識別番号】   | 100093942                                  |
| 【住所又は居所】 | 東京都新宿区西新宿 7-5-8 GOWA 西新宿<br>4 階 渡辺・堀田特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 小杉 良二                                      |

## 【選任した代理人】

|          |  |
|----------|--|
| 【識別番号】   | 100109896                                  |
| 【住所又は居所】 | 東京都新宿区西新宿 7-5-8 GOWA 西新宿<br>4 階 渡辺・堀田特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 森 友宏                                       |

特願 2 0 0 4 - 0 0 3 6 5 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 0 2 3 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号

氏 名

株式会社荏原製作所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**